Agentschap voor
Natuur en Bos

Technisch Vademecum Paden en verhardingen

Harmonisch Park- en Groenbeheer

inverde
opleidingen bos-, groen- en natuurbeheer

Harmonisch
Park- en Groenbeheer

Voorwoord

Beste beheerder,

Paden en verhardingen zijn met een beetje verbeelding de slagaders van een groendomein. De wegen waarlangs de bezoeker op ontdekkingstocht wordt geleid. Maar evenzeer de wegen die het de beheerder mogelijk moet maken de plekken te bereiken waar werken noodzakelijk zijn.

“Waar paden aanleggen?”, is dan ook méér dan een vraag in de marge. Het is een van de meest fundamentele vragen als men het heeft over het ontsluiten en toegankelijk maken van een domein. En dus meteen een van de basisvragen om als een goede gastheer om te gaan met zijn domein.

“Hoe paden en verhardingen aanbrengen?”, is daarbij een even cruciale vraag en bepaalt even sterk het beeld van “goede gastheer”. Dit is vaak een zeer complex technisch vraagstuk. Om de beheerder te ondersteunen in het maken van de juiste keuzes, heeft het Agentschap voor Natuur en Bos het Technisch Vademecum Paden en Verhardingen ontwikkeld. Dit vademecum richt zich tot de groenbeheerder die geconfronteerd wordt met het ontwerp, de aanleg en het beheer van diverse types paden en andere verhardingen (zoals parkings, pleintjes, ...) in parken, natuurgebieden en bossen.

In het vademecum wordt een overzicht gegeven van alle mogelijke verhardingsmaterialen die kunnen toegepast worden in groengebieden. Vervolgens helpt een sterkte-zwakteanalyse van deze materialen de beheerder bij het maken van een doordachte materiaalkeuze. Ook het ontwerp en de aanleg van paden en verhardingen komt aan bod. Richtlijnen inzake dimensionering, profielopbouw, waterafvoer ... worden verduidelijkt aan de hand van technische tekeningen. Er wordt geëindigd met het beheer van paden en verhardingen waarbij veel aandacht geschonken wordt aan pesticidenvrij beheer en het herstel van beschadigde verhardingen.

Dit technisch vademecum maakt deel uit van een reeks technische vademecums die het Agentschap voor Natuur en Bos ontwikkelt ter ondersteuning van beheerders. Deze technische vademecums kaderen allen in de beheervisie Harmonisch Park- en Groenbeheer (HPG).

Reeds verschenen in deze reeks zijn:
Vademecum Beheerplanning HPG
Technisch Vademecum Water HPG
Technisch Vademecum Grasland HPG
Technisch Vademecum Integrale Toegankelijkheid HPG
Technisch Vademecum Bomen HPG

Voor u ligt een lijvig werk dat met heel veel zorg is samengesteld door een werkgroep van experten zowel van het Agentschap voor Natuur en Bos als ook van andere administraties en verenigingen. Ik wil alle medewerkers bedanken voor hun bijdrage en hen proficiat wensen met dit mooie resultaat. Ik ben ervan overtuigd dat dit werk een sterke stimulans zal betekenen voor een meer duurzame aanleg en meer kwalitatief beheer van paden en verhardingen.

Marleen Evenepoel
Adminstrateur-generaal
April 2011

Colofon

Een uitgave van
Agentschap voor Natuur en Bos
Koning Albert II-laan 20 bus 8 - 1000 Brussel

Dit vademecum werd opgemaakt door Arcadis Belgium nv in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos en met medewerking van Inverde.

Redactie
Yves Decuypere – ANB Centrale Diensten
Bert De Doncker – ANB Centrale Diensten
Lieve Ooms – ARCADIS Belgium nv
Pieter Roovers – ARCADIS Belgium nv
Eva Troch – ANB Centrale Diensten

Stuurgroep Vademecum Paden en verhardingen
Bart Backaert – Stad Aalst
Johan Bennekens – ANB Vlaams-Brabant
Jo Behaeghe – Stad Gent
Steven Clays – Trage Wegen vzw
Ludo De Bosscher – ANB Antwerpen
Bert De Doncker – ANB Centrale Diensten
Luc De Schepper – Hogeschool Gent
Michel Gilté – Westtoer
Tom Joye – Inverde
Steven Lafort – ANB Oost-Vlaanderen
Bart Meuleman – ANB Vlaams-Brabant
Geert Meysmans – Erasmushogeschool Brussel
Paul Princen – ANB Limburg
Hildegarde Quintens – ANB Antwerpen
Eva Troch – ANB Centrale Diensten
Herman van den Bossche – VIOE
Werner Van Hove – ANB Antwerpen
Eva Verstraete – VLM

Foto's
Arcadis, tenzij anders vermeld

Vormgeving
Albe De Coker

Tekeningen
ARCADIS Belgium nv

Prepress en druk
Albe De Coker
Gedrukt op 100% gerecycleerd Macro Cyclus Print

Depotnummer
D/2010/3241/330

Copyright
Wij beogen een zo groot mogelijke verspreiding van de inhoud van dit werk. Teksten, foto's en tekeningen mogen overgenomen worden na schriftelijke toestemming van het Agentschap voor Natuur en Bos (eva.troch@lne.vlaanderen.be).

Verantwoordelijke uitgever
Dirk Bogaert
Agentschap voor Natuur en Bos
Koning Albert II-laan 20 bus 8 - 1000 Brussel

Technisch Vademecum Paden en verhardingen
Harmonisch Park- en Groenbeheer

Inhoud

Inhoudstafel		3
Deel 1	Inleiding	9
Deel 2	Theoretische achtergrond	15
Deel 3	Overzicht van mogelijke materialen voor paden en verhardingen	31
Deel 4	Sterkte-zwakteanalyse materialen	65
Deel 5	Ontwerprichtlijnen volgens gebruikerstype	79
Deel 6	Technische aspecten bij het ontwerp van paden en verhardingen	95
Deel 7	Beheer van paden en verhardingen	157
Deel 8	Beleidsmatige context	167
Deel 9	Technische fiches	179

Inhoudstafel

Voorwoord **1**
Colofon **2**
Inhoudstafel **3**

1 Inleiding **9**
1.1 Het Technisch Vademecum Paden en verhardingen 9
1.2 Leeswijzer 9
1.3 Harmonisch Park-en Groenbeheer en paden en verhardingen 11

2 Theoretische achtergrond **15**
2.1 Typologie van paden en verhardingen 15
2.1.1 Functionaliteit van paden 15
2.1.1.1 Recreatieve paden 15
2.1.1.2 Dienstwegen 16
2.1.1.3 Vlakvormige verhardingen 16
2.1.1.4 Multifunctionele paden 16
2.1.2 Classificatie van verhardingen 17
2.1.2.1 Onverhard 17
2.1.2.2 Halfverhard 18
2.1.2.3 Verhard 19
2.2 Het ontwerp van paden en verhardingen 21
2.2.1 Maatwerk 21
2.2.1.1 Ontwerpopgave en betrokken partijen 21
2.2.1.2 Plan van aanpak 22
2.2.2 Duurzaamheid in de ontwerpfase 25
2.2.2.1 Omgevingsconcepten 25
2.2.2.2 Gebruikersconcepten 26

3 Overzicht van mogelijke materialen voor paden en verhardingen **31**
3.1 Overzicht van verhardingsmaterialen 31
3.1.1 Grond 32
3.1.1.1 Natuurlijk zand 32
3.1.1.2 Zandleem 32
3.1.2 Ternair mengsel 33
3.1.3 Gras 34
3.1.3.1 Ongefundeerd gras 34
3.1.3.2 Gefundeerd gras 35
3.1.4 Schelpen 35
3.1.4.1 Schelpen 35
3.1.4.2 Kleischelpen 36
3.1.5 Natuursteen 36
3.1.5.1 Basismateriaal 36
3.1.5.2 Natuursteenelementen 38
3.1.5.3 Gespleten primaire fracties 39

3.1.6 Rolgrind 41
3.1.7 Hout 42
3.1.7.1 Houtsnippers en boomschors 42
3.1.7.2 Houtelementen 42
3.1.8 Gebakken klei 43
3.1.8.1 Gebakken straatstenen (kleiklinkers) 43
3.1.8.2 Gebroken kleipuin 44
3.1.9 Beton 45
3.1.9.1 Cementbeton 45
3.1.9.2 Betonelementen 45
3.1.9.3 Gebroken betonpuin 46
3.1.9.4 Gebroken mengpuin 47
3.1.10 Asfalt 48
3.1.10.1 Asfalt 48
3.1.10.2 Gebroken asfaltpuin 48
3.2 Overzicht van constructies 49
3.2.1 Knuppel- en vlonderpaden 49
3.2.1.1 Houtelementen 49
3.2.1.2 Semi-kunststof elementen 50
3.2.1.3 Kunststof elementen 50
3.2.1.4 Metalen elementen 51
3.2.2 Trappen 51
3.2.2.1 De trapformule 51
3.2.2.2 Materiaalkeuze 52
3.3 Overzicht van bindmiddelen 53
3.3.1 Kalk 53
3.3.2 Grond 54
3.3.3 Cement 54
3.3.4 Plantaardig bindmiddel 54
3.3.5 Synthetisch bindmiddel 55
3.3.6 Bitumen 56
3.4 Overzicht van materialen ter versteviging van gras- en granulatenverhardingen 56
3.4.1 Grasbetontegels 56
3.4.2 Gras-kunststofplaten 57
3.4.3 Geocellen 57
3.4.4 Geogrid 58
3.4.5 Geotextiel 59
3.4.6 Kunststof matjes 60
3.5 Overzicht van opsluitingen 60
3.5.1 Functie 60
3.5.2 Ontwerp 61
3.5.3 Materiaalkeuze 61
3.5.3.1 Hout 61
3.5.3.2 Natuursteen 62
3.5.3.3 Beton 62

3.5.3.4 Metaal ... 63
3.5.3.5 Gebakken straatsteen ... 63
3.6 Overzicht van funderingsmaterialen ... 64
3.6.1 Ongebonden funderingen ... 64
3.6.2 Gebonden funderingen ... 64

4 Sterkte-zwakteanalyse materialen ... 65
4.1 Parameters voor de selectie van materialen voor paden en verhardingen ... 65
4.1.1 Gebruik ... 65
4.1.2 Duurzaamheid ... 65
4.1.3 Kostprijs ... 66
4.2 Sterkte-zwakteanalyse van de materialen die gebruikt worden bij de aanleg van paden en verhardingen ... 67

5 Ontwerprichtlijnen volgens gebruikerstype ... 79
5.1 Materiaalkeuze ... 79
5.2 Maatvoering en ontwerp ... 80
5.2.1 Wandelpaden ... 80
5.2.2 Fietspaden ... 82
5.2.2.1 Fietsweg ... 83
5.2.2.2 Vrijliggend fietspad ... 84
5.2.3 Mountainbikepaden ... 84
5.2.4 Ruiterpaden – Mennerpaden ... 85
5.2.5 Dienstwegen ... 86
5.2.6 Tweesporenpaden ... 86
5.2.7 Multifunctionele wegen ... 88
5.2.8 Pleinen ... 88
5.2.9 Parkings ... 89
5.2.9.1 Basistypes ontwerp ... 89
5.2.9.2 Opbouw ... 91
5.2.9.3 Markering van parkeervakken ... 91
5.2.9.4 Beëindiging van parkeervakken ... 92
5.3 Aandachtspunten bij het ontwerp van kruisingen van paden ... 93

6 Technische aspecten bij het ontwerp van paden en verhardingen ... 95
6.1 Algemene technische aspecten van paden en verhardingen ... 95
6.1.1 Grondbalans ... 95
6.1.2 Wegprofiel ... 95
6.1.3 Waterafvoer en drainage ... 97
6.1.3.1 Onderzoek van de site ... 98
6.1.3.2 Oordeelkundig ontwerp ... 98
6.1.3.3 Drainage- en infiltratiesystemen ... 99
6.1.3.4 Specifieke oplossingen bij bijzondere hydrologische omstandigheden ... 103
6.1.3.5 Watertoets ... 104
6.1.4 Opbouw van de verharding ... 105
6.1.4.1 Baanbed ... 106
6.1.4.2 Onderfundering ... 106
6.1.4.3 Fundering ... 107
6.1.4.4 Verharding ... 108

6.1.5 Legverbanden van elementenverhardingen ... 108
6.1.6 Specifieke technieken en bewerkingen ... 110
6.1.6.1 Walsen ... 110
6.1.6.2 Trillen ... 111
6.1.6.3 Voegvullen ... 111
6.1.6.4 Recyclage in situ ... 112
6.1.7 Aanleg van verharding nabij bomen ... 113
6.1.7.1 Schade aan bomen ... 113
6.1.7.2 Schade door bomen ... 114
6.1.7.3 Technieken en voorzieningen voor locaties met bomen nabij verharding ... 114
6.1.8 Werfzone ... 119
6.2 Technische aspecten per type pad en verharding ... 119
6.2.1 Zand- en grondpaden ... 120
6.2.1.1 Zand- en grondpaden voor extensief gebruik ... 120
6.2.1.2 Zand- en grondpaden voor mountainbike ... 120
6.2.1.3 Zandpaden voor ruiters en menners ... 120
6.2.1.4 Zand- en grondpaden voor dienstenverkeer ... 122
6.2.2 Paden van ternair mengsel ... 123
6.2.3 Graspaden ... 123
6.2.3.1 Paden van ongefundeerd gras ... 123
6.2.3.2 Paden van gras-steenslag ... 124
6.2.3.3 Verhardingen van grasbetontegels en gras-kunststofplaten ... 126
6.2.3.4 Verhardingen met kunststof matjes ... 127
6.2.4 (Klei)schelpenpaden ... 129
6.2.5 Paden van gespleten primaire fracties ... 129
6.2.5.1 Paden van losse granulaten (kalksteen, dolomiet, porfier, ...) ... 130
6.2.5.2 Paden van gecementeerde dolomiet ... 130
6.2.5.3 Gestabiliseerde verhardingen van porfier ... 131
6.2.5.4 Paden van kunststofplaten met losse granulaten ... 132
6.2.6 Paden van natuursteenelementen (bestrating van in rijen te leggen keien) ... 133
6.2.6.1 Paden van zandsteenkeien met grasvoeg ... 133
6.2.6.2 Paden van natuursteenkeien met voegvulling ... 133
6.2.7 Paden van rolgrind ... 134
6.2.7.1 Paden van los rolgrind ... 134
6.2.7.2 Paden van berggrind ... 135
6.2.7.3 Paden van leemgrind of stol (grind-klei-leem-zand) ... 135
6.2.8 Paden van hout ... 135
6.2.8.1 Houtsnipperpaden en boomschorspaden ... 135
6.2.8.2 Vlonderpaden ... 137
6.2.8.3 Knuppelpaden ... 140
6.2.9 Paden van gebakken klei ... 141
6.2.9.1 Paden van gebakken straatstenen ... 141
6.2.9.2 Verhardingen van waterdoorlatende gebakken straatstenen ... 142
6.2.10 Betonpaden ... 142
6.2.10.1 Paden van cementbeton ... 142
6.2.10.2 Paden van betonstraatstenen ... 144

6.2.10.3 Paden van betontegels ... 146
6.2.10.4 Paden van betonplaten ... 146
6.2.10.5 Paden van gebroken betonpuin ... 148
6.2.11 Asfaltverhardingen ... 148
6.2.11.1 Verhardingen van asfalt en asfalt met bestrijking ... 148
6.2.11.2 Paden van ecologisch asfalt ... 150
6.2.12 Tweesporenpaden ... 151
6.2.12.1 Tweesporenpaden van gras in combinatie met zand of grond ... 151
6.2.12.2 Tweesporenpaden van gras in combinatie met steenslag ... 152
6.2.12.3 Tweesporenpaden van gras in combinatie met een elementen- of gesloten verharding ... 152
6.2.13 Opsluitbanden ... 153
6.2.13.1 Opsluitband in hout ... 153
6.2.13.2 Opsluitband in natuursteen ... 154
6.2.13.3 Opsluitband in beton ... 154
6.2.13.4 Opsluitband in metaal ... 155

7 Beheer van paden en verhardingen ... 157
7.1 Onkruidpreventie en -bestrijding ... 157
7.1.1 Onkruidpreventie ... 157
7.1.1.1 Aandachtspunten bij het ontwerp ... 157
7.1.1.2 Beheermaatregelen voor onkruidpreventie ... 158
7.1.2 Onkruidbestrijding ... 159
7.1.2.1 Aandachtspunten bij het ontwerp ... 159
7.1.2.2 Technieken voor onkruidbestrijding ... 159
7.2 Het maaien van paden en verhardingen ... 164
7.3 Het herstellen van paden en verhardingen ... 165
7.3.1 Oorzaken van schade aan paden en verhardingen ... 165
7.3.1.1 Schade door erosie ... 165
7.3.1.2 Schade door wortelopdruk ... 165
7.3.2 Herstelmaatregelen ... 166
7.3.2.1 Verbetering waterafvoer en drainage ... 166
7.3.2.2 Heraanleg ... 166

8 Beleidsmatige context ... 167
8.1 Wetgeving ... 167
8.1.1 Burgerlijk Wetboek ... 167
8.1.2 Wetgeving Ruimtelijke ordening ... 168
8.1.3 Natuurwetgeving ... 170
8.1.4 Boswetgeving ... 171
8.1.5 Wetgeving Onroerend erfgoed ... 172
8.1.6 Wetgeving op de Buurtwegen ... 173
8.1.7 Wetgeving Veiligheid Producten en Diensten ... 174
8.1.8 Wetgeving Afvalvoorkoming en -beheer ... 174
8.1.9 Wetgeving Bodem ... 174
8.1.10 Decreet bestrijdingsmiddelen ... 175
8.2 Normalisatie ... 175
8.2.1 Wat is normalisatie? ... 175

8.2.2 Evolutie van de wetgeving inzake normalisatie 175
8.2.3 De juridische relevantie van normen 177
8.2.4 Certificering en keurmerken 177
8.2.5 Instanties bevoegd voor certificering en het beheer van keurmerken 177

9 Technische fiches 179
9.1 Zand 179
9.2 Zandleem 181
9.3 Ternair mengsel 183
9.4 Ongefundeerd gras 185
9.5 Gefundeerd gras 187
9.6 Schelpen 189
9.7 Kleischelpen 191
9.8 Natuursteenelementen 193
9.9 Gespleten primaire fracties 195
9.10 Rolgrind 197
9.11 Houtsnippers en boomschors 199
9.12 Houtelementen 201
9.13 Gebakken straatsteen 203
9.14 Gebroken kleipuin 205
9.15 Cementbeton 207
9.16 Betonstraatstenen 209
9.17 Gebroken betonpuin 211
9.18 Gebroken mengpuin 213
9.19 Asfalt 215
9.20 Plantaardig bindmiddel 217
9.21 Kalk 219
9.22 Synthetisch bindmiddel 221
9.23 Grasbetontegels 223
9.24 Gras-kunststofplaten 225
9.25 Geocellen 227
9.26 Geogrid 229
9.27 Geotextiel 231

Verklarende woordenlijst 233
Literatuur 239

Deel 1

Inleiding 1

1 Inleiding

1.1 Het Technisch Vademecum Paden en verhardingen

Dit vademecum richt zich tot de ontwerpers en beheerders van parken, bossen, natuurgebieden en openbaar groen, die geconfronteerd worden met paden en verhardingen. Het Technisch Vademecum Paden en verhardingen vormt een leidraad bij de keuze van verhardingsmaterialen en bevat richtlijnen voor het ontwerp, de aanleg en het beheer. Alle stellingen en richtlijnen worden uitgebreid onderbouwd, zodat een beheerder niet alleen weet "hoe" een bepaalde ingreep moet gebeuren, maar ook "waarom".

Dit vademecum kan als een aanvulling van het Standaardbestek 250 (SB250) voor de wegenbouw aanzien worden. In dit vademecum ligt de nadruk immers op paden en verhardingen in groengebieden wat in het SB250 niet het geval is. Bepaalde toepassingen worden in dit vademecum herbekeken in het licht van gebruik binnen een meer natuurlijke context. Waar relevant, zal in dit vademecum verwezen worden naar onderdelen van het SB250.

Als een beheerder over een bepaald onderwerp meer wetenschappelijke en gedetailleerde informatie wenst, verwijzen wij door naar de gespecialiseerde literatuur.

Woorden die voorzien zijn van een asterix (*), worden verklaard in de Verklarende woordenlijst achteraan het vademecum.

1.2 Leeswijzer

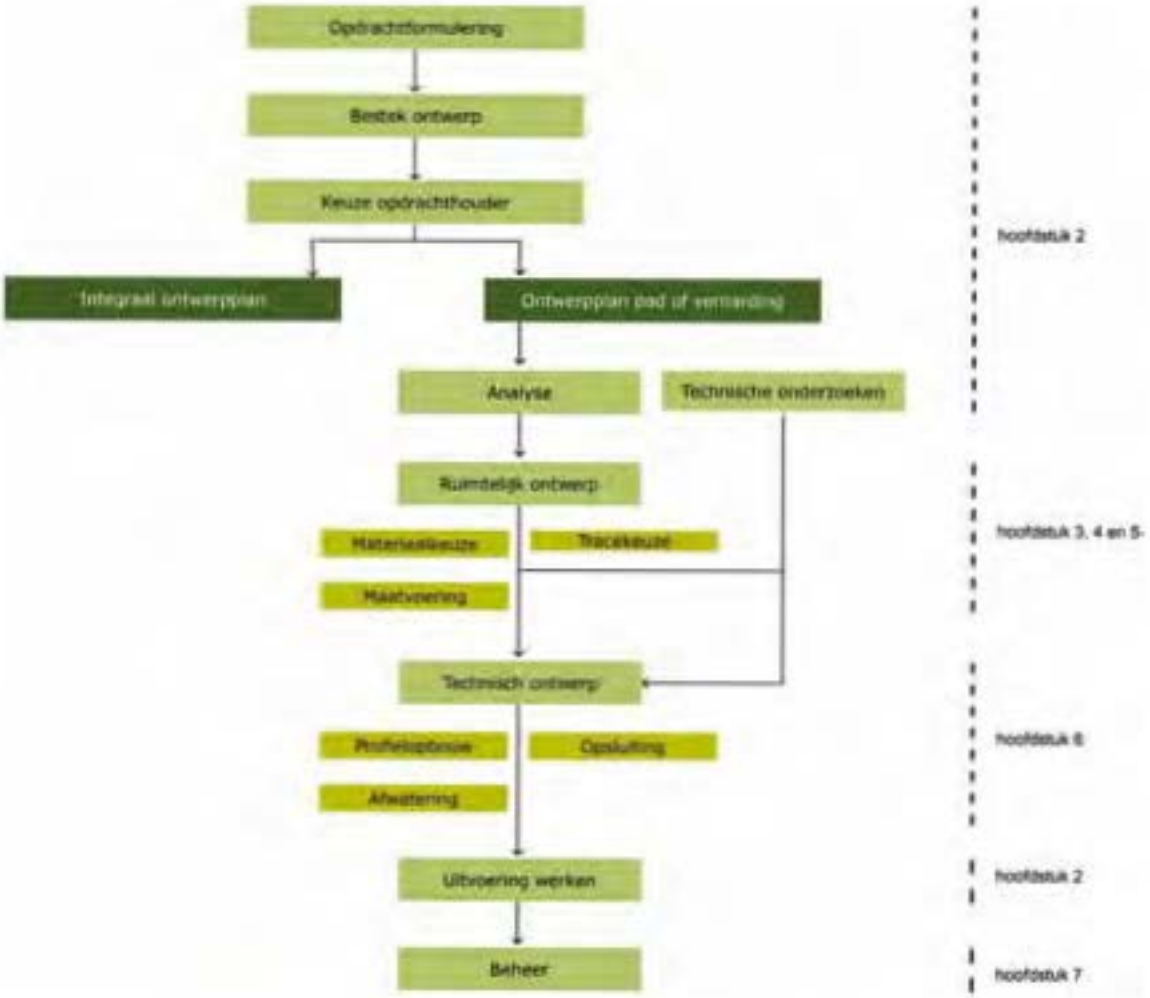
Het realiseren van paden en verhardingen is een zeer complex proces. Onderstaand stappenplan kan een houvast bieden om niets over het hoofd te zien en de noodzakelijke afwegingen te maken. Dit stappenplan verwijst ook naar de verschillende hoofdstukken van het vademecum en kan als leeswijzer gehanteerd worden.

Het ontwerpteam zal starten met de opmaak van een ruimtelijk ontwerp dat een antwoord geeft op vragen als: "Waar komt het pad?" "Hoe breed moet het pad zijn?" "Welk materiaal gaan we toepassen?"

Eens deze keuzes gemaakt zijn, wordt het pad technisch ontworpen. Afhankelijk van het materiaal dat zal toegepast worden, het toekomstige gebruik en de eigenschappen van de lokale bodem zal een profielopbouw van het pad opgemaakt worden. Er zal al dan niet gekozen worden voor een opsluiting van de verharding en de nodige maatregelen worden genomen om een goede waterafvoer te garanderen.

Eens het tracé van het pad is uitgetekend en het technisch ontwerp op punt staat, kan gestart worden met de uitvoering van de werken.

Een goed beheer van paden tenslotte, is belangrijk om de veiligheid en het comfort te garanderen. Bijzondere aandacht dient hierbij te gaan naar pesticidenvrij beheer.


Opdrachtformulering
Bestek ontwerp
Keuze opdrachthouder
Integraal ontwerpplan
Ontwerpplan pad of verharding
Analyse
Technische onderzoeken
Ruimtelijk ontwerp
Materiaalkeuze
Tracékeuze
Maatvoering
Technisch ontwerp
Profieloptimse
Opsluiting
Afwatering
Uitvoering werken
Beheer
hoofdstuk 2
hoofdstuk 3, 4 en 5
hoofdstuk 6
hoofdstuk 2
hoofdstuk 7

1.3 Harmonisch Park-en Groenbeheer en paden en verhardingen

In 2001 werd de beheervisie van het Agentschap voor Natuur en Bos voor het beheer van parken en openbaar groen uitvoerig beschreven in het Vademecum Beheerplanning Harmonisch Park- en Groenbeheer. In wat volgt wordt deze beheervisie toegelicht en vertaald naar paden en verhardingen toe.

De principes van het Harmonisch Park- en Groenbeheer zijn geen dogma's. Ze vormen een leidraad die helpt bij het maken van keuzes voor de kwalitatieve en duurzame aanleg van paden en verhardingen. Na een grondige studie, een correcte waardering, een juiste afweging en onderbouwing van de doelstellingen stellen ze de beheerder in staat de juiste beheerdoelstellingen en –richtlijnen op te stellen.

Duurzaamheid
Esthetische, budgettaire en kwalitatieve randvoorwaarden vormen vaak de basis voor de materialenkeuze in openbaar groen. Ook het toekomstig beheer speelt mee bij een doordachte materialenkeuze. Met dit vademecum willen we ook het aspect duurzaamheid centraal plaatsen bij de keuze voor een bepaald verhardingsmateriaal. We beschouwen hierbij zowel sociale als ecologische aspecten. Voor de verschillende materialen worden de duurzaamheidsaspecten op een rijtje gezet. Er wordt meegegeven of het over een uitputbare grondstof gaat, of het een gerecycleerd materiaal is en of het makkelijk recycleerbaar is. Ook de technische kenmerken die invloed hebben op de levensduur van de verschillende materialen worden meegegeven. Daarnaast bekijken we ook of materialen gewonnen en geproduceerd worden onder goede arbeidsomstandigheden. Zo worden bepaalde natuursteenelementen vaak goedkoop uit het Verre Oosten geïmporteerd. Deze natuursteenelementen brengen heel wat nadelen met zich mee: milieubelasting omwille van het verre transport, vaak ontginning onder slechte arbeidsomstandigheden, slechts beperkte garanties voor een goede kwaliteit, vorstgevoeligheid en gevoeligheid voor dooizouten.

Wat zeker niet mag vergeten worden, is de invloed van de verharding op de omgeving. Zo kunnen er bij verwering van bepaalde materialen zoals dolomiet nutriënten uitspoelen die een invloed kunnen hebben op de omliggende vegetatie. Belangrijk is ook dat de verharding water- en luchtdoorlatend is. Hiertoe dienen zowel de toplaag, de fundering als de onderfundering waterdoorlatend te zijn.

Dynamiek
De aanleg en het beheer van paden en verhardingen zijn geen statisch gegeven maar moeten openstaan voor nieuwe inzichten en ontwikkelingen. Denk maar aan de nieuwe materialen die onophoudelijk op de markt gebracht worden zoals waterdoorlatende betonstraatstenen, vlonderpaden in kunststof, ... Ook worden er steeds nieuwe technieken ontwikkeld om aan pesticidenvrij beheer te doen.

Met de huidige problematiek van overstromingen, komt integraal waterbeheer steeds meer in de schijnwerpers te staan. Bij de aanleg van paden dragen we hier een grote verantwoordelijkheid. Er is al voldoende verzegelde oppervlakte in Vlaanderen en daarom moeten nieuwe paden en verhardingen zo veel mogelijk waterdoorlatend zijn, zeker in groengebieden.

Diversiteit
Aan de verschillende paden in een groengebied kan een zekere hiërarchie toegekend worden. Hoofdpaden worden meestal breder aangelegd en dienen voor een brede groep gebruikers goed toegankelijk te zijn. Nevenpaden kunnen smaller aangelegd worden en mogen wat natuurlijker zijn. Op die manier worden de verschillende bezoekersstromen in een groengebied gestuurd. Grote aantallen bezoekers zullen de hoofdpaden gebruiken, terwijl slechts de avonturiers de kleine, soms wat modderiger paden zullen uitproberen. Op die manier blijven de meest kwetsbare gebieden gespaard van al te veel betre-

ding. Een verschillende vormgeving van de verschillende paden kan ook helpen bij de oriëntatie in het gebied. Bovendien vergroot een variabel aanbod aan types paden de aantrekkelijkheid van het gebied voor een grote waaier aan gebruikers.

Mensgerichtheid
Paden en verhardingen worden in de eerste plaats aangelegd voor de bezoekers van een groengebied. Daarom is het belangrijk dat een materiaal gekozen wordt dat comfortabel te gebruiken is. Ruiters en menners prefereren zand, zandleem of grond, terwijl fietsers dit type paden dan weer moeilijk kunnen berijden. In het vademecum is een kruistabel opgenomen waarbij voor ieder type gebruiker het geprefereerde verhardingsmateriaal wordt aangegeven. Naast een goede materiaalkeuze is ook een goede maatvoering van het pad belangrijk. Zo kunnen paden die té smal worden aangelegd, zorgen voor conflicten.

Belangrijk bij de aanleg van paden en verhardingen in groengebieden is dat iedereen de mogelijkheid moet krijgen een groengebied te betreden, ook mensen met een handicap, ouderen, bezoekers met een kinderwagen, ... In het vademecum wordt dan ook zeer veel aandacht besteed aan integrale toegankelijkheid en in het bijzonder de toegankelijkheid van paden voor mensen met een handicap. Zo zijn paden van los zand of los rolgrind niet toegankelijk voor rolstoelgebruikers. De scherpe kantjes van gemalen schelpen bij schelpenpaden kunnen dan weer fietsers en rolstoelen doen lek rijden.

De wensen verschillen naargelang de gebruikersgroep, het type beweging en het type groengebied. Zelfs binnen de gebruikersgroep van wandelaars kunnen er uiteenlopende wensen zijn voor het comfort. Zo hebben ouderen, sportieve wandelaars en ouders met kleine kinderen andere wensen. Deze wensen moeten zich vertalen in het ontwerp van het pad.

Speciale aandacht moet ook gaan naar de combinatie van verschillende recreatievormen. Dit kan vaak leiden tot conflicten. Deze conflicten kunnen vaak vermeden worden door een goed ontwerp van de verschillende paden.

Natuurgerichtheid
Speciale aandacht verdienen verhardingen in de nabijheid van bomen. Het is een fabeltje dat door een aangepaste boomsoortenkeuze men het probleem van opdrukkende wortels kan voorkomen. Het is inderdaad zo dat bij bepaalde boomsoorten die zeer oppervlakkig wortelen er meer kans is op opdrukking van de verharding. Maar het is zo dat alle boomsoorten hun wortelgestel aanpassen aan de beschikbare ruimte waardoor het moeilijk te voorspellen valt of een boom voor problemen zal zorgen of niet. Het uitgangspunt moet dus zijn om zo veel mogelijk afstand tussen het pad en de boom te voorzien. Is deze ruimte echt niet beschikbaar, dan kan men kiezen voor (vaak zeer dure) technische oplossingen zoals een wortelweringswand, een sandwichconstructie of een boombunker.

Milieugerichtheid
Sinds 2001 geldt het decreet houdende “de vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten” in het Vlaamse Gewest. Het decreet regelt een nulgebruik van pesticiden vanaf 2004 tenzij een stapsgewijze afbouw tot 2015 wordt goedgekeurd. Dit technisch vademecum geeft een overzicht van alternatieve methoden om onkruid te bestrijden, elk met z’n voor- en nadelen.

Aandacht voor het milieu houdt ook aandacht voor integraal waterbeheer in. Daarom moet het regenwater zo veel mogelijk ter plekke in de bodem kunnen sijpelen. Het aanbrengen van paden en verhardingen die water- en luchtdoorlatend zijn, is daarom een evidentie in groengebieden. Verschillende verhardingsmaterialen komen hiervoor in aanmerking en dit technisch vademecum zet ze op een rijtje.

Dit vademecum wil de beheerder en ontwerper ook aanzetten om ecologisch en ethisch verantwoorde materialen in groengebieden toe te passen. Het gebruik van gerecycleerde materialen is nu sterk in opmars. Een vrij nieuwe techniek is de “recyclage in situ”. Hierbij wordt de toplaag van een bestaand pad (bv. een asfaltverharding) vermalen en dient ze als funderingslaag voor het nieuwe pad dat bij voorkeur waterdoorlatend is.

Organisatiegerichtheid

Een degelijke aanleg van paden en verhardingen vraagt om een duidelijk en goed uitgebouwde organisatie. De volgende principes zijn daarbij belangrijk:

- de uitbouw van scholingsmogelijkheden en gezondheids- en veiligheidsrichtlijnen;
- de inzet van de juiste expertise;
- aandacht voor rentabiliteit;
- de opmaak van een lastenboek der werken;
- de opmaak van een uitgebreid en duidelijk bestek inclusief de vereiste beschermingsmaatregelen;
- de opmaak van jaarplannen.

Theoretische achtergrond

2

Deel 2

2 Theoretische achtergrond

2.1 Typologie van paden en verhardingen

2.1.1 Functionaliteit van paden

De variatie aan paden en verhardingen die binnen dit technisch vademecum in beschouwing zijn genomen, is groot. In eerste instantie worden de verschillende paden en verhardingen onderverdeeld volgens de functie die ze hebben en de doelgroep die er gebruik van zal maken. Hierbij onderscheiden we recreatieve paden, dienstwegen, vlakvormige verhardingen zoals parkings en pleinen, en multifunctionele paden.

Het gebruik zal, naast de omgeving, een belangrijk aandachtspunt vormen bij het ontwerpen van paden en verhardingen. Ook de integrale toegankelijkheid voor mensen met een handicap vormt een belangrijk aandachtspunt.

2.1.1.1 Recreatieve paden

Onder recreatieve paden verstaan we paden die specifiek voor bepaalde gebruikersgroepen zoals wandelaars, fietsers, ruiters, ... aangelegd en onderhouden worden. De verschillende gebruikers of recreanten stellen hierbij uiteenlopende eisen. Het is aan de eigenaar en/of beheerder om te bepalen of het wenselijk is hieraan tegemoet te komen.

Bij het ontwerp van recreatieve paden moet er aandacht zijn voor minimumdimensies en het gewenste comfortniveau.

Een halfverharding van fijne porfiersplit met aanzienlijke breedte biedt een vlotte en comfortabele doorgang voor grote hoeveelheden wandelaars (Middelheimpark, Antwerpen).

2.1.1.2 Dienstwegen

Deze wegen worden aangelegd ten behoeve van toezicht en beheer (transport van producten en materialen). Voorbeelden zijn wegen voor vrachtvervoer (houttransport, landbouwverkeer, vuilnisophaling ...), brandwegen, exploitatiewegen, ...

2.1.1.3 Vlakvormige verhardingen

Parkings en pleintjes zijn voorbeelden van vlakvormige verhardingen. Omwille van de specifieke functie en vorm die deze verhardingen hebben, worden zij afzonderlijk behandeld.

Kleine verhardingen nabij recreatieve infrastructuur (bv. rond banken) worden niet behandeld in dit vademecum. Hiervoor verwijzen we naar het Technisch Vademecum Recreatieve infrastructuur.

Een sobere parking bestaande uit een toplaag van aangewalst betonpuin op een verstevigde funderingslaag (verstevigd met geogrid en geocellen), afgeboord met een afsluiting in Tamme kastanje (Mijnsite, Beringen)

2.1.1.4 Multifunctionele paden

Onder multifunctionele paden verstaan we paden die gebruikt worden door verschillende types recreanten of die zowel als dienstweg en als recreatieve weg gebruikt worden.

Een met cement gebonden verharding van mengpuin is zowel voor fietsers als voor dienstenverkeer vlot toegankelijk. Omdat er geen opsluiting gebruikt is en omdat het oppervlak een ruw uitzicht heeft, heeft deze weg een landelijk karakter (Site Abdij van Herkenrode, Hasselt).

2.1.2 Classificatie van verhardingen

De grens tussen onverhard en halfverhard en ook tussen halfverhard en verhard is moeilijk te trekken. Er zijn diffuse overgangsvormen omdat in de verhardingen soms wel dezelfde basismaterialen gebruikt worden, maar dan met een bindmiddel, versteviging, bewerking of met een andere fractieverdeling.

Bovendien is er geen eenduidige en sluitende relatie tussen de classificatie volgens graad van verharding en de geslotenheid van een verharding. De verharding wordt immers vaak geïnterpreteerd vanuit de toplaag, terwijl de geslotenheid bepaald wordt door de toplaag in combinatie met de onderliggende fundering. Hierdoor bestaat er veel begripsverwarring. Afhankelijk van het type toegepast materiaal en bindmiddel zal de mate van doorlatendheid bepaald worden. Bijvoorbeeld een dolomietverharding kan afhankelijk van de hoeveelheid toegevoegd bindmiddel variëren van een open tot een gesloten verharding.

Onderstaande classificatie heeft de intentie om eenduidigheid in terminologie te creëren. In dit vademecum worden alle verhardingstypes volgens deze terminologie beschreven. Binnen de verschillende gradaties van verhardingen zal de aandacht vooral uitgaan naar deze verhardingen (totaalpakket van fundering en toplaag) die open van structuur zijn. Dit wil zeggen dat de volledige opbouw van het pad nog water- en luchtdoorlatend is.

De keuze voor het al dan niet verharden van een pad of weg, hangt af van vele factoren en kan enkel gevalspecifiek beantwoord worden. Waar mogelijk gaat de voorkeur uit naar onverharde paden. Het streefdoel blijft een minimale inbreng van (gebiedsvreemd) verhardingsmateriaal in groengebieden. Natuurlijk is het voor sommige gebieden en gebruikers toch wenselijk om een verharding aan te brengen. Het is dan belangrijk om een goede afweging te maken tussen een halfverharding of een verharding. Bij voorkeur wordt maximaal gebruik gemaakt van het brede gamma aan halfverhardingen.

2.1.2.1 Onverhard

Onder onverharde paden worden paden verstaan die ontstaan zijn door betreding van de ondergrond (door mens of dier) of door een mechanische handeling zoals maaien, herprofileren of beperkte bodembewerkingen. Er werden geen externe materialen toegepast bij de aanleg van het pad.

Onverharde paden zijn dus grondpaden, paden begroeid met gras of zijn een combinatie van beiden (bv. karrenspoor). Ze zijn meestal waterdoorlatend. Toch kunnen paden of delen ervan ondoorlatend worden wanneer zeer sterke verdichting van de grond heeft plaatsgevonden, met plas- of spoorvorming tot gevolg.

Onverharde paden zijn goed geschikt voor extensieve gebruiksvormen. Omdat er geen fundering aanwezig is, kunnen in het algemeen geen grote lasten of intensiteiten gedragen worden.

De directe impact van de aanleg blijft beperkt omdat er geen gebiedsvreemd materiaal wordt ingebracht. Hoewel de materiaal- en energiekost beperkt blijven, kan het beheer intensief zijn door plantengroei op het pad of overgroei vanuit de bermen (maaibeheer). Omdat er geen externe grondstoffen ingebracht worden, kunnen herstellingen makkelijk uitgevoerd worden met relatief beperkte ingrepen: rijven, frezen, walsen of eventueel herinzaaien.

Het is bijgevolg de meest aangewezen methode om paden in ecologisch kwetsbare gebieden in te richten. Onverharde paden kunnen bovendien een meerwaarde voor natuur en ecologie betekenen omdat deze paden de minste barrièrewerking hebben voor levende organismen.

Onverharde paden hebben vaak een avontuurlijk karakter. Ze zijn ook landschappelijk perfect integreerbaar omwille van het beperkte contrast met de omgeving.

Anderzijds veroorzaakt de relatief hoge "ruwheid' van de toplaag (plas- en spoorvorming, boomwortels, ...) vaak moeilijkheden voor de permanente toegankelijkheid voor rolstoelgebruikers en kinderwagens. De toegankelijkheid is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en de seizoenen.

Courante toepassingen zijn: wandelpad (extensief), mountainbikepad, ruiterpad, brandwegen, extensieve dienstweg, speelterrein.

2.1.2.2 Halfverhard

Halfverharding is een breed begrip. In essentie zijn het verhardingen die opgebouwd zijn uit (kleine) losse stukken basismateriaal (granulaat). Deze granulaten worden bij de constructie van een pad eerst in losse vorm aangebracht en vervolgens al dan niet bewerkt (bv. verdicht door aanwalsen), verstevigd (bv. met geocellen) of gebonden (bv. met cement, kalk, leem, ...).

De eigenschappen van het granulaat zijn zeer afhankelijk van de fractiegrootte, -verdeling en -samenstelling (bv. steenslag*, grind, kleischelpen, ...). In 3.1 worden deze materialen meer uitgebreid beschreven.

Ook een halfverharding is over het algemeen water- en luchtdoorlatend. De mate van doorlatendheid zal echter afhankelijk zijn van de keuze van het toplaagmateriaal en de eventuele binding, de fundering en de mechanische verdichting ervan.

Halfverhardingen kunnen toegepast worden in zeer uiteenlopende omstandigheden. De variatie in materiaalgebruik, opbouw, gebruiksvormen is dermate groot (zie 3.1) dat ze ook niet als één groep kunnen beschouwd worden. Elke uitspraak omtrent halfverhardingen behoeft nuance.

Globaal kan je stellen dat bepaalde halfverhardingen (bv. los granulaat) in een natuurlijke omgeving inpasbaar zijn en in vele gevallen ook verzoenbaar zijn met de ecologische kwetsbaarheid van een gebied. De impact door de inbreng van gebiedsvreemd materiaal en de noodzakelijke aanlegwerken blijft echter steeds groter dan bij onverharde paden en houdt bepaalde risico's in. Aangezien er uitspoeling van nutriënten plaatsvindt (gezien losse verweerbare granulaten), kan de omliggende vegetatie invloed ondervinden door verruiging. Het is vooral uitkijken bij de inbreng van zeer nutriëntrijke en verweringsgevoelige materialen in een kwetsbare voedselarme omgeving. Bijvoorbeeld dolomiet kan een zeer aanzienlijke kalkaanrijking veroorzaken. Het aanbrengen van funderingen kan directe en indirecte schade veroorzaken aan omliggende (dreef)bomen.

Halfverhardingen vergen vaak ook regelmatig onderhoud. Bij onverdichte en ongebonden soorten bestaat er vooral gevoeligheid voor put- en plasvorming. De meeste halfverhardingsmaterialen zijn gevoelig voor opdooien. Na een vorstperiode dooit de bovenlaag, terwijl de ondergrond nog bevroren is, waardoor het water niet weg kan en er een papperig geheel ontstaat. In drogere situaties bestaat dan weer een kans op stofvorming, zeker wanneer er gemotoriseerd verkeer op plaatsvindt.

Het onkruidvrij houden van een halfverharding is – zonder toepassing van chemische middelen – bijzonder intensief, vooral als ze minder frequent betreden wordt. Vandaar dat er rekening mee moet gehouden worden dat het toepassen van halfverhardingen op plaatsen die onkruidvrij moeten zijn (bv. rond en onder zitbanken) leidt tot intensief onderhoud en beheer.

Omdat het topmateriaal van halfverhardingen gemakkelijk verspreid raakt op aanpalende plaatsen zoals bermen, bestaat er een extra risico bij beheerwerken zoals maaien (beschadigingen machinerie).

Door de mogelijkheden in materiaalkeuze en vormgeving is er veel variatie mogelijk waarbij er kan gekozen worden om expliciete contrasten met de omgeving aan te brengen of de paden landschappelijk te integreren in de omgeving. De toegankelijkheid voor rolstoelgebruikers en kinderwagens is afhankelijk van de toplaag (fracties granulaat, verdichting, ...).

Courante toepassingen zijn: wandelpad (extensief tot matig intensief), fietspad, ruiterpad, dienstweg (bv. voor beheerwerken), parking.

2.1.2.3 Verhard

Bij volledige verhardingen wordt de oppervlakte afgedicht door elementen (elementenverhardingen) of een gebonden vorm van granulaten (gebonden verharding).

Elementenverharding
Een elementenverharding is opgebouwd uit losse elementen die in meer of mindere mate met elkaar verbonden zijn (in een constructie of door bindmiddelen). De toplaag bestaat uit geprefabriceerde elementen van natuursteen, hout, gebakken klei of beton in de vorm van tegels, keien, straatstenen, houten elementen, ... Als de binding van de elementen sluitend is (bv. bij een cementvoeg) wordt de elementenverharding als een gesloten verharding beschouwd. Bij een open voeg (voeg gevuld met lucht, aarde of ongebonden granulaat) blijft de verharding water- en luchtdoorlatend en spreekt men van een open verharding. Er bestaan ook waterdoorlatende betonstraatstenen. Deze elementen zijn ontwikkeld om een waterdoorlatende verharding met grote draagkracht te bekomen.

Deze parking is uitgevoerd in betonstraatstenen. De voegen zijn opgevuld met metaalslakken (een bijproduct van de metaalverwerkende industrie) (Kasteelpark Vordenstein, Schoten).

Gebonden verharding
Een gebonden verharding is opgebouwd uit een materiaal dat na het aanbrengen een solide geheel vormt en niet op te delen is. De keuze voor een gebonden verharding hangt onder andere af van de vereiste draagkracht in relatie tot de ondergrond, de gewenste vlakheid en het gewenste gebruikscomfort.

De meest gekende voorbeelden van gebonden verhardingen zijn asfalt en beton, waar het bindmiddel respectievelijk bitumen en cement is. Het toevoegen van een bindmiddel aan een granulaat betekent niet noodzakelijk dat het een gesloten verharding betreft. Er bestaat immers waterdoorlatend asfalt en drainerend beton. Ook alternatieve bindmiddelen, zoals plantaardige bindmiddelen, kunnen de water- en luchtdoorlatendheid van een gebonden verharding garanderen.

Sportveld uitgevoerd in open asfalt (Parken Ledebergse Scheldemeander, Gent)

Over het algemeen zorgen volledig verharde paden en verhardingen voor een aanzienlijke impact op de omgeving omdat gebiedsvreemd materiaal wordt ingebracht en de aanlegwerken aanzienlijk zijn (afhankelijk van dimensies, werfzone, ...).

In vergelijking met halfverhardingen hebben ze een strak uiterlijk en contrasteren ze sterk met de omgeving. Daarom zijn verharde paden minder aangewezen waar natuurlijkheid van de omgeving primeert. In het geval van een gesloten verharding is er sowieso ook sprake van sterk gereduceerde water- en luchtdoorlatendheid.

Daartegenover staat dat volledige verhardingen een lange levensduur hebben en vaak minder onderhoud en beheer vergen. Deze verhardingen bieden ook veel ontwerpmogelijkheden naar vorm en kleur.

Het comfortniveau ligt over het algemeen erg hoog. De volledige verhardingen worden dan ook voornamelijk aangelegd ten behoeve van intensief gebruik. De toegankelijkheid voor rolstoelgebruikers en kinderwagens is meestal gegarandeerd, hoewel elementenverhardingen (bv. kasseien) problemen kunnen opleveren. De keerzijde van de medaille is dat sluipverkeer in de hand kan gewerkt worden indien de toegankelijkheid voor gemotoriseerd verkeer niet verhinderd wordt. Verder is het ook oppassen voor wielerrecreatie (hoge snelheden) en de mogelijke conflicten met zachte recreatie.

Courante toepassingen zijn: wandelpad (zeer intensief), fietspad, dienstweg, parking, plein.

2.2 Het ontwerp van paden en verhardingen

Zie ook het toekomstige Technisch Vademecum Ontwerp.

2.2.1 Maatwerk

Bij de aanleg van paden en verhardingen in groengebieden is maatwerk essentieel. Enkel een doordacht en weloverwogen ontwerp kan garanties bieden voor een kwalitatief en duurzaam resultaat. Een goed ontwerp kan enkel tot stand komen via het doorlopen van een aantal ontwerpstappen met de juiste mensen rond de tafel.

2.2.1.1 Ontwerpopgave en betrokken partijen

Het ontwerp van infrastructuur zoals paden en verhardingen vereist een goede ontwerpopgave. Dit is een omschrijving van de doelstellingen en verwachtingen, gekoppeld aan een evaluatie van de site.

De opmaak van een dergelijke ontwerpopgave vereist overleg tussen de betrokken partners. Minimaal zijn de eigenaar en beheerder betrokken bij dit overleg. Maar het is aangewezen ook de verschillende ambtelijke niveaus te betrekken, zoals de stedelijke of gemeentelijke diensten (stedenbouwkundige dienst, technische dienst, sportdienst, groendienst, milieudienst, ...) en eventueel de betrokken diensten van de hogere overheden zoals het Agentschap Ruimte en Erfgoed. Op die manier staan alle neuzen in dezelfde richting voor er gestart wordt met de opmaak van het ontwerp en kan het ontwerpteam zich toeleggen op een duidelijk omschreven opdracht waarbij rekening gehouden wordt met de wensen van de betrokken partners. Zo komt men veel sneller tot een consensus, worden projecten veel sneller haalbaar en vergunbaar, en zijn de projecten beter budgetteerbaar. Mogelijke ontgoochelingen (niet haalbaar of niet vergunbaar) worden op deze manier voorkomen.

Het is ook aangewezen de lokale gemeenschap, i.e. omwonenden, reguliere gebruikers(groepen), lokale politici, ... bij het overleg te betrekken. Een ontwerp zal immers enkel als geslaagd ervaren worden wanneer de gedragingen van de gebruikers ook effectief volgens de verwachting verlopen. Daarvoor is inspraak en draagvlak van belang.

In de ontwerpopgave wordt omschreven wie de te verwachten of wenselijke bezoekers zijn, wanneer en met hoeveel ze verwacht worden en welke activiteiten ze komen beoefenen. Verder zal er bij de ontwerpopgave een eerste SWOT-analyse opgemaakt worden voor de site. Er wordt met andere woorden stilgestaan bij de sterktes (*Strengths*), zwaktes (*Weaknesses*), opportiniteiten (*Opportunities*) en bedreigingen (*Treaths*) die eigen zijn aan de site. Op deze wijze kan er een inschatting gemaakt worden van welke elementen in het ontwerp moeten ondervangen worden en wat moet aangepakt worden vanuit management, handhaving, beheer, ...

Reeds bij aanvang van een project moet nagedacht worden over het toekomstig beheer van het project. Indien de beheerder van het gebied of project bekend is, kan deze best bij de planfase betrokken worden om de haalbaarheid van het beheer mee te bewaken.

Vrijwel overal zijn er historische paden en verhardingen en spelen bestaande bezienswaardigheden en attractieve elementen een bepalende rol in de verplaatsingen van recreanten. Het is daarom belangrijk rekening te houden met de bestaande toestand, aangezien die de gewoontes in het huidige gebruik bepalen.

Het ontwerpteam op zijn beurt bestaat preferentieel uit een brede groep van recreatieplanners, landschapsarchitecten, ingenieurs en ecologen. Het is door interferentie van verschillende constructieve visies en achtergronden dat een duurzaam en creatief ontwerp vorm kan krijgen.

Voor opdrachtgevers is het van belang dat in het bestek aandacht besteed wordt aan de samenstelling van een multidisciplinair ontwerpteam en de betrokkenheid van belanghebbenden bij het planproces (participatie). Met betrekking tot inspraak en participatie verwijzen we naar het Vademecum Beheerplanning Harmonisch Park- en Groenbeheer.

2.2.1.2 Plan van aanpak

Eens er consensus bestaat over een ontwerpopgave, kunnen de logische stappen van een ontwerptraject aangevat worden.

Inventaris

In eerste instantie wordt er informatie verzameld over:

- fysische kenmerken van de site zoals geologie en bodem, hydrografie, reliëf en stabiliteit van de ondergrond;
- ecologische kenmerken zoals de aanwezige fauna en flora, de dynamiek en de gevoeligheid van het habitat, de ecologische draagkracht;
- cultuurhistorische kenmerken zoals bouwkundig en archeologisch erfgoed, historisch landgebruik, historische ontsluitingspatronen en tracés, landschappelijke kwaliteiten;
- recreatieve kenmerken zoals het huidige gebruik, bestaande infrastructuur ...

Dit onderdeel van het planproces is uitvoerig beschreven in het Vademecum Beheerplanning Harmonisch Park- en Groenbeheer. Deze informatie kan ook reeds opgenomen zijn in bestaande beheerplannen.

Ontsluitingspatronen in bosgebieden zijn vaak historische tracés. De verhardingsmaterialen die in de ondergrond zitten zijn dan ook uiteenlopend, maar kunnen een opportuniteit bieden tot hergebruik in de fundering en/of de toplaag (Zoniënwoud, Hoeilaart, Overijse).

Vaak kan een eenvoudige boring met de handgrondboor inzicht bieden in de fysische kenmerken van de bodem maar aanvullend onderzoek kan nodig zijn om technische (uitvoering en beheer) problemen te kunnen inschatten en voorkomen.

We onderscheiden volgende onderzoeken:

grondmechanisch onderzoek
Dit is een stabiliteitsonderzoek a.d.h.v. boringen en sonderingen en de daarbij horende laboratoriumproeven. Bij oppervlakkige werken (minder dan 1 m diepte vanaf het grondoppervlak) wordt geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd. Wanneer er twijfels bestaan over de stabiliteit van de ondergrond (bv. bij de aanleg van een vlonderpad*) kunnen dieptepeilingen (bodem) en sonderingen van belang zijn.

milieuhygiënisch onderzoek
Dit onderzoek heeft tot doel de milieuhygiënische karakterisering van de uit te graven of reeds uitgegraven bodem te bepalen. Om de verspreiding van bodemverontreiniging te beperken, heeft de Vlaamse regering een regelgeving met betrekking tot het gebruik van uitgegraven bodem opgesteld. Bij grotere werken (> 250 m^3 grondverzet) is een milieuhygiënisch onderzoek naar de kwaliteit van de uit te graven bodem altijd verplicht. Uitzonderlijk kan ook een project met grondverzet van minder dan 250 m^3 worden bedoeld, nl. een project op een verdachte grond waarbij de uitgegraven bodem niet wordt gebruikt binnen de kadastrale werkzone in overeenstemming met de desbetreffende code van goede praktijk. De analyseresultaten worden gebundeld in een technisch verslag. Zo kan worden nagegaan wat de hergebruikmogelijkheden zijn van de gronden. Er wordt één milieuhygiënisch onderzoek per aanneming uitgevoerd. Als de werken gefaseerd worden uitgevoerd, kan ervoor gekozen worden om het milieuhygiënisch onderzoek ook in verschillende fases op te splitsen.

oriënterend bodemonderzoek
Een oriënterend bodemonderzoek houdt een beperkte monstername in van grond en grondwater. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek wordt een uitspraak gedaan over de verontreiniging van het terrein. Er wordt nagegaan of er sprake is van een aanwijzing voor een ernstige bedreiging. In dat geval dient te worden overgegaan tot het uitvoeren van een beschrijvend bodemonderzoek.

beschrijvend bodemonderzoek
Wordt er verontreiniging vastgesteld, dan moet een beschrijvend bodemonderzoek uitwijzen hoe ernstig de vervuiling is. De manier waarop het beschrijvend bodemonderzoek wordt uitgevoerd, hangt sterk af van de soort verontreiniging die tijdens het oriënterend onderzoek aan het licht kwam. Al naargelang de eigenschappen van de verontreinigende stoffen zal de onderzoeksmethode (boormethode, monsternametechniek, ...) verschillen.

infiltratieonderzoek
In functie van een duurzaam waterbeheer moet de afwatering van een verhard oppervlak naar de riolering vermeden worden en de buffering en infiltratie van water in de bodem gestimuleerd worden. Infiltratie van hemelwater valt of staat met de doorlatendheid van de bodem. Een infiltratieonderzoek heeft tot doel de waterdoorlatendheidscoëfficient (k-waarde) op de onderzoekslocatie te bepalen. Uit dergelijk infiltratieonderzoek kan bepaald worden of waterdoorlatende verhardingen kunnen toegepast worden en of water plaatselijk gebufferd kan worden (bv. bouw van een wadi).

Beleidskader en juridisch kader
Het is logischerwijs ook uiterst relevant om onderzoek te voeren naar bestaande beleidsdocumenten, juridische informatie en wetgeving die een invloed kunnen hebben op het ontwerp. We vermelden in het bijzonder beheerplannen, structuurplannen, RUP, Atlas der Buurtwegen, statuut van de locatie, ... Zie ook hoofdstuk 8.

Analyse
Tijdens de analyse worden aan de hand van de inventarisatiegegevens de randvoorwaarden voor het ontwerp bepaald:

- ecologische randvoorwaarden;
- ruimtelijke randvoorwaarden: landschappelijk en esthetisch;
- randvoorwaarden inzake erfgoed;
- functionele randvoorwaarden: recreatief gebruik.

Ontwerp
Het eigenlijke ontwerp is de creatieve fase, waar de doelstellingen zoals in de ontwerpopgave geformuleerd, getoetst worden aan de analyseresultaten. Het komt er hierbij op aan om verschillende oplossingen te overwegen. De ontwerpopgave en probleemstelling zullen dan geleidelijk van een conceptueel niveau naar een ontwerp evolueren.

Het is aangewezen om een voorontwerp te toetsen (eventueel op het terrein) aan de mening van derden (beheerder, gebruikers, ...). Deze kunnen opmerkingen formuleren over de kwaliteit van het ontwerp of aanpassingen suggereren waar nodig. Zo zal de toekomstige beheerder aangeven welke middelen voor beheer beschikbaar zijn en of het ontwerp binnen deze mogelijkheden valt.

De beslissing over het toe te passen materiaal en type opbouw voor de verharding zal in deze fase genomen worden. De sterkte-zwakteanalyse in hoofdstuk 4 helpt de ontwerper bij de materiaalkeuze door de eigenschappen van ieder materiaal naast elkaar te zetten.

Na bijsturing van het voorontwerp wordt dit ter goedkeuring voorgelegd aan de betrokken partners. Het is belangrijk in deze fase scenario's uit te werken en een inschatting te maken van de implicaties van het ontwerp op grondstoffen, kostprijs, beheer, impact op de omgeving, ... zodat een overwogen en doordachte beslissing primeert op "een mooi ontwerp". Eenvoudige ontwerpen en constructietechnieken leiden vaak tot kwalitatieve paden en verhardingen.

Logischerwijs zorgen de uiteenlopende meningen voor een (iteratieve) bijsturing van het voorontwerp, terwijl nieuwe inzichten zelfs kunnen leiden tot het bijsturen van de doelstellingen uit het ontwerpplan. Geleidelijk aan zal het voorontwerp zo vorm krijgen en een volwaardig ontwerp worden.

Indien de werken vergunningsplichtig zijn, wordt de vergunning aangevraagd vooraleer met de uitvoering gestart wordt.

Voorbereiding van de werken
Eens er consensus bestaat over het ontwerp kan alles in gereedheid gebracht worden voor de uitvoeringsfase. In deze fase worden gedetailleerde technische specificaties (opbouw, uitvoering, ...) uitgewerkt ten behoeve van de uitvoering, vervat in een bestek voor aanneming. Het blijft in deze fase van belang om technische uitvoeringen op het terrein door het ontwerpteam te laten opvolgen. Soms is enige flexibiliteit ten aanzien van het ontwerp vereist, terwijl de voeling met de situatie op het terrein zeer belangrijk blijft.

Bijkomend moet er ook voldoende aandacht zijn voor het uitwerken van de randvoorwaarden bij aanleg, zodat de impact op de omgeving geminimaliseerd wordt.

Uitvoering en opvolging van de werken
Eens de aannemer aangesteld is en overgaat tot de uitvoering van de werken, moeten de werken opgevolgd worden om toe te zien op een goede uitvoering ervan. Dit omvat ondermeer het uitvoeren van werfbezoeken, proefnemingen en keuringen, plaatsbeschrijvingen en het opmaken van een dagboek der werken.

De aannemer moet bewust gemaakt worden van de kwetsbaarheid van het gebied waarin de werken uitgevoerd worden. Zo moeten maatregelen genomen worden om de bomen die zich in de buurt van de werken bevinden, te beschermen. Een afbakening van de werkzone, een aanduiding van de locatie voor tijdelijk depot en de routing van en naar de plaats der werken door het gebied, dienen opgenomen te worden in het bestek van de werken en vooraf doorgesproken.

2.2.2 Duurzaamheid in de ontwerpfase

Om van een kwalitatief ontwerp te spreken, moet het ook duurzaam zijn. In onderstaande paragrafen wordt er stilgestaan bij omgevings- en gebruikersconcepten die invulling geven aan wat duurzaamheid betekent in de context van het ontwerp van paden en verhardingen. Die concepten sluiten aan bij de ecologische en sociale aspecten (zie Hermy et al. 2005), en moeten een duurzaam ontwerp in functie van mens en omgeving garanderen.

Toch zal de mate waarmee er rekening gehouden wordt met de concepten variëren naargelang het toepassingsgebied. Het toetsen van padeninfrastructuur (en het hierbij te verwachten gebruik) aan de ecologische draagkracht is bijvoorbeeld uitermate van belang in reservaten. In parken zal naast erfgoed- en natuurwaarden en milieuaspecten ook de grotere gebruiksintensiteit invloed hebben op het duurzaamheidsevenwicht.

In 4.2 Sterkte-zwakteanalyse van de materialen die gebruikt worden bij de aanleg van paden en verhardingen, worden de duurzaamheidsaspecten van de verschillende materialen behandeld.

2.2.2.1 Omgevingsconcepten

Het komt er bij het ontwerp op aan zich bewust te blijven van de integratie van het ontwerp binnen de omgeving en rekening te houden met de impact van het ontwerp op de omgeving. In sommige omstandigheden stelt die omgeving harde randvoorwaarden aan een ontwerp, soms biedt ze inspiratie tot een creatief ontwerp.

Hieronder worden de ecologische waarden en de landschappelijke erfgoedwaarden van de omgeving waar de aanleg van paden en verhardingen overwogen wordt, besproken.

Ecologische waarden
Het vinden van het evenwicht tussen recreatief gebruik en het behoud van ecologische waarden is een complex vraagstuk. Elke vorm van recreatie zorgt immers voor directe en indirecte vormen van verstoring op het ecosysteem. De mate van verstoring wordt bepaald door uiteenlopende factoren, zoals de intensiteit en de ruimtelijke spreiding van de recreatie, en de kwetsbaarheid van ecosystemen (levensgemeenschappen, fauna en flora, bodem en waterhuishouding, ...).

Het toetsingskader ecologische draagkracht (ARCADIS 2009) biedt een leidraad om te beslissen welke impact aanvaardbaar is en wat de risico's zijn van recreatief gebruik voor specifieke ecosystemen. Hierbij wordt er dus voornamelijk rekening gehouden met de directe effecten van recreatie, nl. de verstoring door het recreatief gebruik zelf.

De aanleg van paden en verhardingen kan ook grote schade aanbrengen. In eerste instantie moet een nauwkeurige beschrijving van de beschermingsmaatregelen opgenomen worden in het aannemingsbestek. In tweede instantie moet compensatie voor beschadigingen door de aanleg in het bestek beschreven worden. Op deze manier worden de negatieve effecten zo maximaal mogelijk vermeden en worden de aannemers op hun "ecologische" verplichtingen gewezen.

Bovendien kan een bepaald gebied in die mate kwetsbaar zijn dat het best is om geen of zeer weinig paden te voorzien. Een bepaalde zone vanuit de verte bekijken via kijkhutten kan ook al heel boeiend zijn. Het is wenselijk enkel paden en verhardingen aan te leggen waar dit te verzoenen is met de ecologische doelstellingen van het gebied.

Landschappelijke erfgoedwaarden
In tegenstelling tot de ecologische waarde moet er bij de landschappelijke erfgoedwaarde in hoofdzaak gekeken worden naar de indirecte invloeden van recreatie op de omgeving, met name de aanwezigheid van paden en verhardingen. Die infrastructuur kan de landschappelijke erfgoedwaarde van een omgeving versterken of net aantasten. Het is belangrijk om rekening te houden met de regionale identiteit, (cultuur)historische structuren (dijken, holle wegen, taluds, ...) en relicten (bouwkundig erfgoed, oude ontsluitingspatronen, ...). Juridische en/of beleidsmatige erkenningen zoals beschermd landschap, ankerplaats, beschermd monument, buurtweg, ... zorgen voor specifieke randvoorwaarden.

Een tweede belangrijke pijler bestaat uit het garanderen van een kwalitatieve landschappelijke beleving door de recreant. Het aanleggen van paden en verhardingen en de bepaling van tracés beïnvloedt immers ook de landschappelijke ervaring.

2.2.2.2 Gebruikersconcepten

Een duurzaam ontwerp veronderstelt ook een ontwerp dat tegemoet komt aan de vraag van gebruikers. Hieronder worden enkele aspecten behandeld die invloed hebben op het ontwerp van paden en verhardingen nl. beweging en ontsluiting, beleving en comfort.

Beweging en ontsluiting
De beweging die een gebruiker doorheen een gebied maakt, hangt grotendeels af van de motivatie voor het bezoek. We onderscheiden volgende types, waarbij elk van de bewegingen samenhangt met een bepaalde logica van traject (begin- en eindpunt).

Passerend

De gebruiker passeert het groengebied onderweg naar een andere plaats. De passant krijgt dan een globaal beeld van het gebied.

Dit kan zowel in een stedelijke omgeving zijn (bv. via een park naar het werk wandelen) als in een landelijke omgeving (bv. een groengebied dat door een lange afstandsfietsroute wordt doorsneden).

Bezoekend

De bezoeker gebruikt een beperkt deel van de paden om een specifieke locatie of voorziening in het groengebied te bezoeken. Dit kan bv. een bezoek aan een speeltuin in een park of een vogelkijkhut in een natuurgebied zijn.

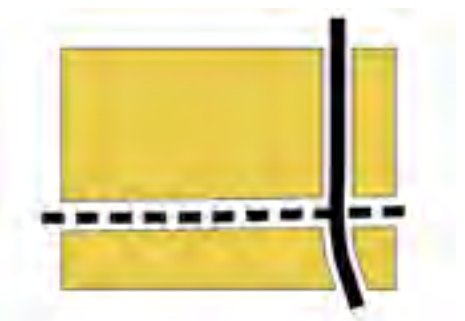
De heen- en terugroute kunnen eventueel dezelfde zijn. Een wandelaar zal meestal de voorkeur geven aan de kortste route naar het eindpunt. Wanneer mensen grote omwegen (bv. slingerende padenstructuur) moeten nemen om bij hun bestemming te komen, kunnen "sluipwegen" ontstaan.

Rondgang

In dit geval gaat de bezoeker naar het groengebied om het groengebied zelf te bezoeken. Dit kan een bezoek aan een bos- of natuurgebied (met uitgestippelde wandelingen) zijn waar men bv. met de auto naartoe gaat, deze achterlaat op de parking en een wandeling doet, een rondje loopt of een fietstochtje maakt. Ook een korte wandeling door een buurtpark om even buiten te zijn, valt onder deze categorie.

Pad als attractie

De weg naar een voorziening in een groengebied (bv. een speeltuin), kan voor de bezoeker evenzeer een onderdeel van de attractie zijn. Spelende (skaten, voetballen, fietsen, ...) kinderen en jongeren gebruiken een groengebied ook vaak louter en alleen omwille van de aanwezige verharding.



Functioneel

Er zijn ook paden en verhardingen die aangelegd worden in functie van het beheer van het groengebied of de ontsluiting van bepaalde functies zoals horeca.

Elk van de types bewegingen stelt verschillende eisen aan de ontsluiting (bv. nabijheid halte openbaar vervoer) en de aanwezigheid van recreatieve infrastructuur (bv. parkeergelegenheid, infoborden, ...). De verschillende types gaan ook samen met verschillen in het verwachtingspatroon van de gebruiker. Bij een passerende beweging vormt de omgeving vaak een achtergrondkader, terwijl bij een rondgang de beleving van de omgeving zelf belangrijk is.

Bij het ontwerpen van een pad moet de ontwerper bewust zijn van de impact van het ontwerp. Ondanks goede bedoelingen kan het bedenken van één route een tweede, ongewenste route doen ontstaan. Hierdoor mislukt het opzet om recreatiedruk te concentreren en wordt schade aangebracht aan bermen en groen.

Beleving

Bij de beleving van een gebied speelt een hele waaier aan aspecten een rol om te spreken van een kwalitatieve ervaring. Deze kan heel sterk variëren naar gelang het individu en zijn verwachtingspatroon.

De landschappelijke aantrekkelijkheid van de omgeving is een eerste element. Een landschappelijke variatie en een goede afwisseling van verschillende groenstructuren zorgt voor een aantrekkelijk en boeiend beeld. Structuurvariatie in een landschap (bos versus open landschap, natuurlijke vegetatie versus cultuurgewassen, ...) maakt een wandeling boeiend. Ze leveren wandelaars voortdurend nieuwe, verrassende zichten. Veel mensen zien op tegen het wandelen over paden in open landschap met eindeloze vergezichten. Voor deze wandelroutes kunnen dorpen en steden een welkome afwisseling vormen. Ook cultuurhistorische elementen langs de wandelroute kunnen voor de nodige variatie zorgen. Gesloten of halfopen landschappen worden over het algemeen gekenmerkt door meer afwisseling.

De densiteit en verharding van de wegen spelen ook mee in de landschappelijke beleving. Naast de esthetische ervaring spelen immers ook nog gevoelsmatige elementen een rol. In het bijzonder vermelden we hier de sociale dimensie. Afzondering, stilte en het niet kruisen van andere gebruikersgroepen worden meestal geapprecieerd. In een park is er dan weer meer nood aan sociale interactie en controle.

Ook de verkeersveiligheid kan een rol spelen in de belevingswaarde. Hierbij speelt het kruisen van drukke wegen en spoorwegen, of de aanwezigheid van oversteekplaatsen een belangrijke rol. Maar ook de combinatie van bepaalde gebruikersgroepen kan leiden tot een gevoel van onveiligheid. Ruiters en mountainbikes zijn meestal onderling en met andere recreatietypes moeilijk combineerbaar. Bij recreatievormen die wel combineerbaar zijn, zoals wandelen en fietsen, moet voldoende ruimte beschikbaar zijn om conflicten te vermijden en de omgeving te vrijwaren. Er moet telkens bekeken worden of het aangewezen is gebruikersgroepen (plaatselijk) al dan niet te scheiden.

Comfort
Het comfort van een pad wordt in hoofdzaak bepaald door de begaanbaarheid of berijdbaarheid ervan. De wensen verschillen bovendien naargelang de gebruikersgroep (wandelaars, fietsers, ...), het type beweging en het type groengebied. Zelfs binnen de gebruikersgroep van wandelaars kunnen er uiteenlopende wensen zijn voor het comfort. Zo hebben ouderen, ouders met kleine kinderen en/of met een kinderwagen, sportieve wandelaars, ... andere wensen. Een variabel aanbod aan types paden vergroot de aantrekkelijkheid voor de verschillende gebruikers van een groengebied.

Ook andere fysische elementen spelen een rol in het comfort, zoals de breedte van een pad of de aanwezige niveauverschillen (trappen, brugjes, ...).

Voor recreanten wordt het comfortgehalte ook bepaald door de nabijheid of aanwezigheid van recreatieve infrastructuur. Infoborden en bewegwijzering bevorderen de leesbaarheid van een omgeving en zorgen ervoor dat gebruikers van gebieden zich beter kunnen oriënteren. Andere recreatieve infrastructuur zoals parkeergelegenheid, rustplaatsen (bv. zitbanken, picknickplaatsen, schuilhutten), attractieve elementen (bv. speelgelegenheid, vogelkijkhut), maar ook de nabijheid van horeca en overnachtingsmogelijkheden (van hotel tot paalkamperen) verhogen de aantrekkelijkheid van een groengebied. In het Technisch Vademecum Recreatieve Infrastructuur zal dit thema uitvoerig bestudeerd worden.

Overzicht van mogelijke materialen voor paden en verhardingen

Deel 3

3 Overzicht van mogelijke materialen voor paden en verhardingen

De aanleg van paden en verhardingen in parken, bos- en natuurgebieden vereist een goede integratie in de omgeving, in verhouding tot de vragen en noden van gebruikers en in het bijzonder corresponderend met de verschillende functies die aan het gebied toegedicht worden.

Waar mogelijk streven we naar het behoud van onverharde en halfverharde paden, met aandacht voor de natuurlijkheid van materialen. In bepaalde situaties is ook het gebruik van verharde paden wenselijk. Daarom wordt ook een selectie van dit type paden opgenomen in het vademecum.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de gangbare materialen voor verhardingen en paden. De lijst van materialen is opgebouwd volgens de materiaalsoort van de toplaag, de materialen voor binding, de versteviging en de opsluiting.

In het volgende hoofdstuk wordt er verder stilgestaan bij welke parameters we relevant vinden om een materiaalkeuze te maken (zie 4 Sterkte-zwakteanalyse materialen).

3.1 Overzicht van verhardingsmaterialen

In onderstaand overzicht worden de verhardingsmaterialen besproken die overwogen kunnen worden voor toepassing in groengebieden. Aangezien elke categorie op zijn beurt bestaat uit een zeer uiteenlopende waaier aan toepassingen, wordt er een korte beschrijving gegeven van het basismateriaal en de mogelijke varianten. Per toepassing wordt er bovendien vermeld tot welk type verharding de toepassing hoort, i.e. onverhard, halfverhard of verhard (zie 2.2.2 Duurzaamheid in de ontwerpfase). Verder wordt er ook vermeld of er sprake is van binding of versteviging van het materiaal (zie 3.3 Overzicht van bindmiddelen - 3.4 Overzicht van materialen ter versteviging van gras- en granulatenverhardingen). Soms zijn de technieken zeer toepassingsspecifiek (bv. ternair mengsel). Voor elke subcategorie bestaat er tevens een technische fiche (zie 9 Technische fiches).

Waar relevant wordt een verwijzing gemaakt naar het Standaardbestek 250 (SB250; zie 8.2 Normalisatie).

3.1.1 Grond

3.1.1.1 Natuurlijk zand

SB250 III-6.1.1

Natuurlijk zand bestaat uit zuiver kwarts in een fractie 0-2 mm. De herkomst kan variabel zijn:
- gebiedseigen zand;
- rivierzand;
- zeezand;
- groevezand.

Een zandpad is in principe een onverhard pad dat vaak zonder bewerking is ontstaan door betreding van de bodem. Vaak bestaan oude wegen in landbouwgebied (bijvoorbeeld tussen twee percelen) uit grond of zand, al dan niet in de vorm van een karrenspoor. Verder vallen ook duinpaden en paden in (droge) naaldbossen onder deze categorie.

In sommige gevallen wordt er ook extern zand aangevoerd om de drainagecapaciteit van de bestaande bodem te doen toenemen zodat de toegankelijkheid verbetert. Dan spreken we echter van een halfverharding.

Een natuurlijk zandpad op een landduin wordt opengehouden door recreatief gebruik (Asberg Beeltjens-Kwarekken, Westerlo).

3.1.1.2 Zandleem

SB250 III-3

Zandleem bevat natuurlijk zand, leem en klei. De verhouding van deze fracties is bepalend voor de eigenschappen en in het geval van zandleem domineert de fractie leem deze van zand en klei. De leemfractie bestaat uit deeltjes van 0,002 mm – 0,02 mm en zorgt voor de stevigheid van het pad. In natuurlijke toestand spreken we van een onverhard grondpad, dat door beperkte bodembewerkingen in stand gehouden wordt. In boerentuinen of historisch tuinen werden vaak grondpaden toegepast. Door deze paden regelmatig te schoffelen en/of te rijven wordt het organisch materiaal verwijderd.

Zandleem verharding kan echter ook een zeer eenvoudige halfverharding zijn wanneer de toevoeging van leem (enkele procenten) aan het zand (bestaande ondergrond of aangevoerd zand) voor een natuurlijke binding zorgt.

Een grondpad voor recreatief gebruik gelegen naast een landbouwperceel
Op regelmatige basis wordt dit mechanisch geëgaliseerd, maar het bodemmateriaal is autochtoon.
Foto: Trage Wegen vzw

3.1.2 Ternair mengsel

SB250 VI-4.4

Ternair mengsel (soms ook ternair zand genoemd) is een mengsel van verschillende materialen. Ternair mengsel is een halfverharding die waterdoorlatend is en bestaat uit een mengsel van grof brekerzand van natuurlijke stenen, eventueel gemengd met brekerzand van hoogovenslakken (SB250 III-6.1.2.1) en steenslag (2-4 mm; cfr. NBN-EN 13242 volgens SB250). Kalk (SB250 III-9.2) en aanmaakwater zorgen voor binding van het granulaat.

Brekerzand (SB250 III-6.1.2) is een secundaire grondstof waarbij de fijne deeltjes (de fractie kleiner dan 0,063 mm) in het brekerzand enkel voortkomen van het breekproces van de natuurlijke stenen en eventueel van de hoogovenslak. In een ternair mengsel is dus geen natuurlijk zand aanwezig.

Ternair mengsel wordt als toplaag gebruikt maar kan daarnaast ook als zandcementbed toegepast worden, hoewel de samenstelling dan licht kan afwijken (SB250 V-4.6).

Het Titanenpad (Landinrichting Steenkerke -VLM) werd aangelegd in ternair mengsel (Steenkerke, West-Vlaanderen). Foto: Trage Wegen vzw

3.1.3 Gras

SB250 III-63 ~ zaden
SB250 III-64 ~ graszoden

3.1.3.1 Ongefundeerd gras

Een graspad kan spontaan ontstaan zijn, zonder dat het ingericht is of materiaal aangevoerd werd.

Als niet beboste stroken (bv. weiland, brandgang*) regelmatig betreden worden, ontstaat spontaan een onverhard graspad. Ook door maaibeheer kan een graspad gecreëerd worden.

De voorkeur wordt gegeven om graspaden niet in te zaaien maar spontaan te laten ontwikkelen. Eventueel kan een tweejarige grassoort de bodem tijdelijk fixeren waarna andere grassen het spontaan overnemen.

Indien het wenselijk is in te zaaien, bestaan er talloze grasmengsels. Voor elke toepassing en elke omstandigheid is een mengsel beschikbaar. Toch is een graspad het meest geschikt voor lichtrijke en matig vochtige omstandigheden.

Een graspad dat wordt opengehouden door regelmatig te maaien (Zoerselbos, Zoersel)

3.1.3.2 Gefundeerd gras

Gras kan gefundeerd worden tot een halfverharding door het aanbrengen van een laag lavasteen* of steenslag*, die vermengd wordt met teelaarde (al dan niet van lokale origine) van waaruit zaden (grassen en kruiden) kunnen kiemen.

Het inbrengen van een versteviging (bv. grasbetonstenen, geogrid, ...) kan gelijkaardige resultaten opleveren (zie 3.4 Overzicht van materialen ter versteviging van gras- en granulatenverhardingen).

Een picknick- en ligweide kan spontaan ontstaan door kieming op een voormalige halfverharding van steenslag (Fort 4, Mortsel).

3.1.4 Schelpen

3.1.4.1 Schelpen

De oorsprong van schelpen in een halfverharding is variabel. Het gaat om zeeschelpen die worden gebaggerd, met water gewassen en daarna gezeefd. Op die manier zijn de schelpen vrij van zand en ligt het chloridegehalte zeer laag. Dit product blijft losser en heeft een betere drainerende kwaliteit dan kleischelpen (zie 3.1.4.2 Kleischelpen). De schelpen kunnen los aangebracht worden, al dan niet gemalen. De schelpen kunnen ook mechanisch verdicht worden door te walsen.

Een schelpenpad is optimaal integreerbaar in een kustomgeving.

3.1.4.2 Kleischelpen

Kleischelpen zijn een mengeling van schelpen en klei. De schelpen vormen met de klei een harde halfverharding. Dit komt omdat de kalk in de schelpen zich hecht aan de klei, men kan spreken van een soort binding.

De kleischelpen zijn beschikbaar in twee types:

- De conventionele worden op zee gebaggerd samen met klei van de zeebodem. Vanzelfsprekend bezit dit type kleischelpen een vrij hoog gehalte aan chloorionen.
- De BSB-kleischelpen zijn het resultaat van het mengen van schone klei met gewassen schelpen. BSB verwijst naar het gelijknamige Nederlandse productcertificaat, dat voldoet aan het techniekgebied "BeSluit Bodemkwaliteit" van de Nederlandse Beoordelingsrichtlijn. De BSB-kleischelpen voldoen bijgevolg aan het Nederlandse Bouwstoffenbesluit.

Logischerwijs kan een kleischelpenverharding ook ontstaan door het aanbrengen van schelpen op een aarden bodem waardoor binding met de aanwezige klei optreedt. Een courante onderhoudsmaatregel is het aanbrengen van een dunne afstrooilaag van gebroken schelpen om slijtage en uitspoeling te remediëren.

Een recent aangelegd wandelpad in kleischelpen (Vlaams natuurreservaat De Sashul en de Vuurtorenweiden, Knokke-Heist)

3.1.5 Natuursteen

SB250 III-21

3.1.5.1 Basismateriaal

De vorming van natuursteen is een continu geologisch proces en verloopt op uiteenlopende wijzen. Natuursteen kan gevormd worden door afkoeling en stolling van vloeibaar gesteente zoals magma of lava (zogenaamde stollingsgesteenten). Ook kunnen ze ontstaan door verstening van sediment zoals zand, klei of kalk (zogenaamde sedimentgesteenten). Door blootstelling aan extreme druk, al dan niet in combinatie met hoge temperaturen, kunnen de voorgaande gesteenten zodanig van gedaante veranderen dat er van een ander gesteente gesproken wordt (zogenaamde metamorfe gesteenten). Het geologisch proces bepaalt het uiterlijk en de eigenschappen van natuursteen. Omdat geen plek ter wereld dezelfde geologische ontwikkeling doormaakt, is geen enkele natuursteen gelijk. Natuursteen wordt in groeves gewonnen in blokken, waarna het wordt gezaagd tot platen of tegels en verwerkt tot ondermeer kasseien en mozaïekkeien.

De mogelijkheden van natuursteen zijn zeer divers omdat alles op maat gemaakt kan worden.

Voor toepassingen in het openbaar gebied zijn natuursteensoorten zoals kalksteen, zandsteen, porfier, arduin, graniet en basalt het meest geschikt. Elk met hun eigen karakter en kleur, mede bepaald door de gekozen oppervlaktebewerking. Wanneer een plaat natuursteen uit een blok is gezaagd heeft het een zogenaamd gezaagd oppervlak. Dit oppervlak kan zonder verdere bewerking worden toegepast, maar meestal wordt het oppervlak gladder of net ruwer bewerkt. De natuursteen wordt gladder door bewerkingen zoals schuren of slijpen*, zoeten* (matglans) en polijsten* (hoogglans). Volgende bewerkingen worden het meest gebruikt om te verruwen: vlammen of branden*, zandstralen en boucharderen*.

De verklaringen van de met een asterix gemarkeerde termen zijn terug te vinden in de verklarende woordenlijst.

Kalksteen
Kalksteen is van zeer variabele oorsprong. Het wordt dan ook ontgonnen in groeves die zich uitstrekken over Condroz en Famenne. De kleur varieert van lichtgeel tot lichtgrijs.

Arduin, ook Blauwe hardsteen genoemd, is net als kalksteen een sedimentair gesteente. Het heeft de eigenschap hard te zijn maar is toch zacht bewerkbaar. Naargelang de afwerking gaan de tinten van grijs over grijsblauw naar zwart. Ook de herkomst van de steen is bepalend voor de steenkleur. Er wordt in de Condroz een zwarte hardsteen gewonnen die van nature deze kleur heeft en niet het gevolg is van polijsten*.

Zandsteen
Zandsteen is een sedimentair gesteente bestaande uit zandkorrels die gebonden zijn door een silicacement. Grès is de triviale benaming van een Belgische zandsteen, maar gelijkaardige zandsteen kan ook afkomstig zijn uit andere continenten (bv. India). De kleur van de zandsteen kan variëren van violet, grijswit tot bruin.

Porfier
Porfier is een zeer hard en duurzaam ganggesteente (stollingsgesteente dat onder het aardoppervlak is gestold), waarvan de kleur gaat van grijs, violet, groen tot blauw naargelang de diepte van de ontginning. Deze steen wordt ontgonnen in de driehoek Brussel - Charleroi - Doornik. De belangrijkste steengroeves in België zijn Lessines en Quenast. Ook in Duitsland wordt porfier gewonnen.

Graniet
Graniet is een grofkorrelig dieptegesteente met een grote mechanische slijtweerstand (door de aanwezigheid van kwarts), maar het materiaal is toch gevoelig voor chemische verwering. De belangrijkste ontginningsplaatsen zijn Duitsland, Scandinavië, Schotland en Engeland.

Basalt
Basalt is een fijnkorrelig uitvloeiingsgesteente dat soms poreus kan zijn (lavasteen) maar een goede hardheid vertoont. Het wordt voornamelijk in Duitsland gewonnen en is donkergrijs van kleur.

De mogelijkheden inzake vorm van natuursteenverharding zijn vrijwel onbeperkt, daarom zijn hieronder enkele toepassingen (natuursteenelementen en gespleten primaire fracties) beschreven.

3.1.5.2 Natuursteenelementen

Hieronder worden natuursteenelementen besproken die kunnen toegepast worden in parken of op parkings.

Kasseien (SB250 III-23.1: bestrating van in rijen te leggen keien)
Kasseien worden al eeuwenlang gebruikt als verharding voor wegen. Het zijn grootformaat natuursteenkeien, voornamelijk gemaakt uit grès (zandsteen), graniet of porfier. Deze stenen zijn meestal rechthoekig en de maten variëren (11 x 17 cm, 12 x 18 cm, 13 x 20 cm, ...) maar komen ook in vierkante varianten voor (bv. 15 x 15 cm).

Veel van de natuursteenkeien die nu toegepast worden, komen uit India, China en Vietnam. Europese landen waar natuursteenkeien geproduceerd worden, zijn o.m. Zweden en Portugal.

Lokale varianten van natuursteenkeien zijn de Bourgondische of Tiense kassei (zogenaamde vossenkoppen), Balegemse kassei, Napoleonkoppen (kwartsiet), Gobertangekasseien (kalksteen).

Mozaïekkeien (SB250 III-23.1)
Mozaïekkeien zijn kleine kasseien. Ze zijn te verkrijgen in verschillende kleuren, soorten gesteente en formaten. Het meest voorkomende formaat is 7/9, dit wil zeggen dat het kubieke kasseitjes zijn die binnen de afmetingen van 7 x 7 x 7 cm en 9 x 9 x 9 cm variëren. We onderscheiden herkapte, gerecupereerde en nieuwe mozaïekkeien.

Platines
Deze gekliefde zandsteenelementen beschikken over een natuurlijk gespleten bovenvlak dat zorgt voor de vlakheid van deze kassei. Daarom is deze steen uitermate geschikt voor wandelpaden. De platines zijn verkrijgbaar in de maten 12 x 12 cm, 13 x 13 cm, 14 x 14 cm, 15 x 15 cm en 16 x 16 cm en in een dikte van 5 tot 10 cm.

Tegels
Natuursteentegels zijn gezaagde vlakvormige elementen die meestal toegepast worden op pleinen of paden met beperkte belasting. Veel voorkomende maten zijn 30 x 30 cm tot 50 x 50 cm, maar eigenlijk zijn de mogelijkheden onbeperkt.

Trapelementen
Ook elementen voor de constructie van trappen worden in natuursteen uitgevoerd. Deze elementen worden meestal op maat gemaakt, dus de mogelijkheden zijn onbeperkt. Standaarduitvoeringen zijn echter veel goedkoper.

Boordstenen
Vroeger al werd natuursteen gebruikt voor het opsluiten van een verharding, voornamelijk trottoirs. Vaak worden oude borduurstenen (ook wel randkasseien) opnieuw gebruikt bij de heraanleg van paden. Nieuwe boordstenen zijn in allerlei formaten verkrijgbaar, meestal met een lengte van 1 m.

Kasseien als verharding van een plein
(Provinciaal domein Kessel-Lo, Leuven)

Kasseien als verharding van
landbouwwegen
(Outgaarden, Hoegaarden)
Foto: Trage Wegen vzw

3.1.5.3 Gespleten primaire fracties

SB250 III-7.1.1.1.A
SB250 III-3.2.1.17 ~ dolomiet

Ook hier bestaat er bijzonder veel diversiteit. Gespleten primaire fracties zijn granulaten die ontstaan zijn door het breken of fijn maken van natuursteen tot steenslag* (grove fractie) of split* (fijne fractie). Beiden worden als toplaag gebruikt, split ook als voegmiddel tussen elementenverhardingen. De meest voorkomende natuursteensoorten die gebruikt worden zijn kalksteen (waaronder ook het gekende dolomiet) en porfier. Ook rode mijnsteen is een bekend voorbeeld. Dit is split van rode leisteen en zwarte hardsteen (werd veel gebruikt in tuinen en parken van het Interbellum en de jaren ‘50 en ‘60 van de 20ste eeuw)

Zolang er geen sprake is van een doorgedreven binding met bijvoorbeeld toegevoegde kalk of cement worden de gespleten primaire fracties courant als halfverharding toegepast.
De beschikbare korrelgroottes variëren afhankelijk van de toeleverancier en de toegepaste zeving.

Dienstweg in steenslag van kalksteen (Meerdaalwoud, Oud-Heverlee)

Een voormalige spoorwegbedding in dolomiet (Assebroek, Brugge-Sijsele)
Foto: Trage Wegen vzw

Wandelpad in gestabiliseerd porfiersplit (Park Groene Vallei, Gent)

Pad van gestabiliseerd dolomiet (Kasteelpark Vordenstein, Schoten)

3.1.6 Rolgrind

SB250 III-7.1.1.2

Rolgrind, ook wel grind genoemd, is een sediment dat voor tenminste dertig procent van het volume bestaat uit gesteentefragmenten waarvan de diameter groter is dan 2 mm en kleiner dan 63 mm. Wanneer de fragmenten kleiner zijn, spreken we van zand. Zijn ze groter, dan wordt van keien gesproken.

Rolgrind is rond van vorm, verkleeft daardoor nauwelijks en blijft dus als halfverharding een losse toplaag houden. Grind met een grove fractie blijft langer los liggen dan fijn grind. Het is in verschillende kleuren en gradaties te koop. Wie wel de uitstraling van grind wil maar het losliggen van het materiaal een probleem vindt, kan ook kiezen voor gebroken grind, leemgrind of stol.

De grindkiezels zijn afkomstig uit verafgelegen gebieden en werden door water of ijs meegevoerd. Het meeste grind in België is aangevoerd door rivieren.

Riviergrind
Riviergrind wordt meestal vernoemd naar de herkomst van het product (bijvoorbeeld Maasgrind). Het resultaat van de grindwinning door opbaggeren is een leemarme grind, goed uitgewassen, grijs van kleur en die zich grotendeels onder de watertafel bevindt.

Berggrind
Uit de groeves (voormalige rivierterrassen) wordt berggrind gewonnen. Doordat de rivier zich steeds dieper ingesneden heeft, zet het op een steeds lagere hoogte grind en zand af. De jongste afzettingen liggen hier dus lager dan de oudere afzettingen. Dit resulteerde in de eigenschappen van het “Berggrind”: intens gekleurd grind met een kleiige matrix. Lang werd het berggrind als minderwaardig beschouwd tegenover het Maasgrind uit de Maasvallei. Vandaag kan men het berggrind wel gebruiken voor hoogwaardige toepassingen. Dit vergt wel een intens wassen om klei en leem te verwijderen.

Stol- of leemgrind
Stolgrind of leemgrind is een natuurlijk mengsel van grind, klei, leem en zand, dat reeds in menging ontgonnen wordt (bijproduct van de grindwinning). De aanwezigheid van leem en klei zorgt ervoor dat het ronde grind toch houvast heeft en een vastliggende bovenlaag vormt.

Zeegrind
In de Noordzee komen uitgestrekte velden zeegrind voor, met name onder de Engelse kust, maar ook kleinere velden verspreid in het overige deel.

Dit wandelpad is uitgevoerd in leemgrind met fundering en geotextiel. De leemfractie in het grind zorgt voor een natuurlijke binding van de toplaag (Kasteelpark Vordenstein, Schoten).

3.1.7 Hout

SB250 III-50

3.1.7.1 Houtsnippers en boomschors

Houtsnippers ontstaan door het versnipperen van ondermeer snoeihout. Als alternatief voor houtsnippers wordt ook boomschors aangeboden als verhardingsmateriaal. Dit is duurzamer dan gewone houtsnippers (tragere afbraak), maar meestal niet in de directe omgeving (in het bos zelf) vindbaar. Afhankelijk van de fijnheid van de snippers en de houtsoort die versnipperd wordt, ontstaan verschillende types.

Ook boomschors bestaat in verschillende types: gewone schors (bv. van Picea abies 0/40 mm), topschors (bv. van Pinus sylvestris 10-20 mm) of Franse schors (van Pinus maritima 15-25 mm). De types verschillen dus in de aangeboden fracties, maar ook in kleur, textuur en de levensduur.

Houtsnippers als toplaag van een pad
Door vertering en afbraak tot organisch materiaal gebeurt er een aanrijking met nutriënten wat de onkruidgroei kan doen toenemen. In vochtige omstandigheden kunnen de houtsnipperpaden drassig en weinig functioneel worden.

3.1.7.2 Houtelementen

Houten elementen die het meest toegepast worden voor paden zijn planken voor de constructie van een vlonderpad*. Deze worden verder omschreven bij constructies (zie 3.2 Overzicht van constructies). Daarnaast kunnen houtelementen zoals verzaagde boomstammen of kopse houtschijven worden toegepast in een pad, trap of als speels element.

Toepassing van hout in de constructie van een vlonderpad (Meerdaalwoud, Oud-Heverlee)

Illustratie van het gebruik van kopse schijven als speels pad. Wel opletten dat het oppervlak voldoende ruw is en voldoende blootgesteld wordt aan de zon (in functie van verdamping regenwater) om het slipgevaar te beperken (Slovenië).
Foto: ANB

3.1.8 Gebakken klei

3.1.8.1 Gebakken straatstenen (kleiklinkers)

SB250 III-23.4

De gebakken straatstenen, ook wel kleiklinkers genoemd, zijn vervaardigd uit klei al dan niet gemengd met leem, zand en andere toeslagstoffen. Het materiaal wordt in de gewenste vorm gebracht, gedroogd en gebakken op een temperatuur die hoog genoeg is om een keramische binding* te bekomen. Door het productieproces is elke kleiklinker uniek.

Door de verglazing hebben weersinvloeden geen vat op de kwaliteit van gebakken straatstenen en worden deze slijtvast (hoge weerstand tegen slijtage). Doordat de poriën grotendeels verdwijnen met het verglazen, is de opname van vocht en vuil door klinkers minimaal. Oude kleiklinkers zijn perfect herbruikbaar.

Beschikbare formaten (SB250):
- circa 200 x 100 x 50 / 200 x 100 x 70 / 200 x 100 x 80 / ... mm;
- circa 200 x 65 x 65 / 200 x 90 x 40 / 160 x 90 x 40 / ... mm;
- circa 240 x 120 x 50 / 240 x 120 x 70 / ... mm;
- circa 100 x 100 x 50 / 150 x 150 x 50 / 200 x 200 x 50 / ... mm.

De kleiklinkers kunnen kunstmatig verouderd worden door trommelen. Trommelen is een kunstmatig verouderingsproces waarmee de scherpe randen van een steen worden afgerond.

Het toegangsplein tot het gerenoveerde Kasteel van Groenendaal, uitgevoerd in gebakken straatstenen (Zoniënwoud, Hoeilaart, Overijse)

3.1.8.2 Gebroken kleipuin

SB250 III-7.1.1.1.B.7 ~ gebroken metselwerkpuin

Baksteenpuin of metselwerkpuingranulaat is meestal afkomstig van de verwerking van metselwerk, oude dakpannen, ... Door het grote percentage aan onzuiverheden (mortel, tegels, ...) in het bouwafval is het moeilijk het materiaal volledig te zuiveren.

Zuiver gebroken baksteen- en dakpannenpuin (gravel genaamd), bestaande uit op hoge temperatuur gebakken klei, is een inert materiaal* dat een homogeen uitzicht geeft aan een verharding. Het bestaat in verscheidene fracties.

Smalle landweg met gebroken kleipuin als toplaag
Foto: Trage Wegen vzw

Brede landbouwweg met gebroken kleipuin als toplaag
Foto: Trage Wegen vzw

3.1.9 Beton

3.1.9.1 Cementbeton

SB250 III-6.2.5 ~ zand voor cementbeton voor wegenwerken
SB250 III-7.1.2.5 ~ steenslag voor cementbeton voor wegverhardingen en lijnvormige elementen

Beton is een kunstmatig steenachtig materiaal dat is samengesteld uit het bindmiddel cement en uit een of meer toeslagmaterialen zoals zand, grind of steenslag. Goed beton is een mengsel waarin de korrelgroottes van de verschillende soorten zand en grind, in de juiste hoeveelheden, elkaar zodanig aanvullen dat het mengsel uithardt tot een steenachtig en duurzaam materiaal. In tegenstelling tot bijvoorbeeld gips lost uitgehard beton niet meer op in water.

De aanleg omvat het laags- en strooksgewijs spreiden en mechanisch verdichten van het mengsel. Bij cementbetonverhardingen heeft de ontwerper de keuze tussen klassiek platenbeton of doorlopend gewapend beton. Met het bewerken van de toplaag van het nat beton kunnen allerlei effecten verkregen worden. Wanneer een "verse" verharding bewerkt wordt met een hogedrukspuit ("uitwassen") of uitgeveegd wordt met een bezem, wordt het oppervlak ruw omdat de grotere granulaten aan de oppervlakte komen. Zo ontstaat een product dat overkomt als een natuurproduct. Betonprint is een andere bewerking. Met gebruik van mallen in allerlei vormen wordt de gewenste figuratie in de vers gestorte beton met alle mogelijke kleuren gerealiseerd.

Landbouwweg in klassiek platenbeton (Outgaarden, Hoegaarden)
Foto: Trage Wegen vzw

3.1.9.2 Betonelementen

Betonstraatstenen
SB250 III-23.2 ~betonstraatstenen

Betonstraatstenen (andere benaming: betonklinkers) zijn straatstenen die als goedkope vervanging van de kleiklinkers zijn ontwikkeld. De betonklinkers bestaan in verschillende formaten.

De stenen worden geproduceerd uit al dan niet gekleurd beton. Kleuren variëren van wit, geel en rood tot grijs, zwart en bruin en kunnen al dan niet kleurvast zijn.

Niet-kleurvast
Een betonklinker kan op verschillende manieren gekleurd worden. De goedkoopste methode is het toevoegen van kleurstof aan het beton. De toplaag van de steen bestaat hierbij uit fijne grondstoffen, met toevoeging van kleurstoffen. Verder wordt de kleur bepaald door het gebruikte cement. Zo is hoogovencement lichter van kleur dan portlandcement. Nadelen van deze methode zijn het wegspoelen van cement en het slijten van de toplaag. Hierdoor wordt de grijze en van grof materiaal gemaakte onderbeton zichtbaar. De steen wordt hierdoor langzaam grijs.

Kleurvast
De eenvoudigste manier om een kleurvaste steen te verkrijgen, is het maken van een steen die in de massa gekleurd is. Hierbij wordt de steen niet grijs bij het slijten van de toplaag omdat de gehele steen van hetzelfde gekleurde materiaal gemaakt is. Echte kleurvaste eigenschappen worden verkregen door toepassing van natuurlijke materialen. Zo zijn basalt en arduin (vulkaangesteenten) van nature zwart en zullen ze deze kleur niet verliezen. Ook worden stenen geproduceerd waarbij enkel de toplaag gekleurd wordt met natuursteen.
Daarnaast kan door talloze bewerkingen (bv. trommelen) van de stenen of het oppervlak (bv. uitwassen) een ander effect bereikt worden.

Ook zijn waterdoorlatende en “stille” stenen ontwikkeld. Een “stille” steen beperkt de geluidshinder voor de omgeving.

Een dreef van betonstraatstenen, een getuigenis van het voormalige militair domein (Meerdaalwoud, Oud-Heverlee)

Betonplaten
Naast de veelvoorkomende betonstraatstenen kunnen ook grotere betonelementen, zogenaamde betonplaten, aangewend worden als verharding. Deze zijn ongeveer 2,50 x 2,50 m groot en kunnen vol of geperforeerd zijn, al dan niet met een stalen hoekprofiel afgewerkt.

3.1.9.3 Gebroken betonpuin

SB250 III-7.1.1.1.B.3

Betonpuin is een recyclagemateriaal waarbij bouwafval (zuiver al dan niet gewapend beton) met breek- en zeefinstallaties wordt gebroken en gerecycleerd wordt tot puingranulaten.
Verschillende fracties betonpuingranulaat worden aangeboden.

3.1.9.4 Gebroken mengpuin

SB250 III-7.1.1.1.B.6

Gebroken mengpuin is een mengsel van beton- en metselwerkpuin in een verhouding 50/50 (40/60 tot 60/40) en is beschikbaar in verscheidene fracties.

Een recreatief pad uitgevoerd in gebroken betonpuin (Mijnsite, Heusden-Zolder)

Pad van gebroken mengpuin (Peerdsbos, Brasschaat)

3.1.10 Asfalt

3.1.10.1 Asfalt

SB250 III-10 ~ vulstoffen en toevoegsels voor bitumineuze mengsels

Asfalt is een mengsel van minerale bestanddelen (stenen, zand en vulstof) met een bitumineus bindmiddel. Asfalt wordt gebruikt in de wegenbouw als gesloten verharding. Als bindmiddel wordt bitumen gebruikt dat geraffineerd wordt uit aardolie. Van nature komt asfalt voor in asfaltmeren (zoals op Trinidad). Er bestaat ook steenasfalt, dit is een mengsel van zand, leem en asfalt.

Er bestaan verschillende soorten asfaltmengsels die van elkaar verschillen qua samenstelling en gebruikte grondstoffen of hulpstoffen, afhankelijk van de functie en plaats van het asfaltmengsel in de totale wegopbouw.

Grofweg kan een indeling gemaakt worden in mengsels met een steenskelet, met een zandskelet en met een vulstofskelet. Daarnaast zijn asfaltverhardingen met bestrijking* esthetisch inpasbaar in groengebieden.

Multifunctionele weg doorheen buitengebied, aangelegd in asfalt
Foto: Trage Wegen vzw

3.1.10.2 Gebroken asfaltpuin

SB250 III-7.1.1.1.B.4 ~ niet-teerhoudend gebroken asfaltpuin

Gebroken asfaltpuin wordt net zoals beton-, klei- en mengpuin als recuperatiemateriaal uit afbraak gewonnen. Het is beschikbaar in variabele fracties.

3.2 Overzicht van constructies

In dit vademecum worden vlonder- en knuppelpaden en trapconstructies besproken.

3.2.1 Knuppel- en vlonderpaden

Permanent of regelmatig natte delen in een groengebied kunnen overbrugd worden door knuppel- of vlonderpaden. Knuppelpaden* bestaan uit rond takhout dat achter elkaar aangelegd wordt. Vlonderpaden* bestaan uit een opeenvolging van houten elementen die in een constructie op palen bevestigd worden.
Knuppel- en vlonderpaden bestaan uit een combinatie van onderstaande elementen.

3.2.1.1 Houtelementen

Hout dat gebruikt wordt voor de productie van elementen voor het maken van knuppelpaden en vlonderpaden is bij voorkeur afkomstig van Europese boomsoorten met duurzaamheidsklasse* I of II en is FSC (of gelijkwaardig) gecertificeerd (zie 8.2.5 Instanties bevoegd voor certificering en het beheer van keurmerken).

Volgende Europese hardhoutsoorten zijn geschikt:

- Robinia (Robinia pseudoacacia) (duurzaamheidsklasse I) is de meest duurzame hardhoutsoort van Europa. Robinia heeft naast een hoge duurzaamheid ook zeer goede sterkte-eigenschappen. Het heeft wel een neiging tot krom groeien waardoor het takvrije stamstuk relatief kort is. Robinia heeft een hoog looizuurgehalte waardoor stalen elementen die in contact komen met het hout bij voorkeur roestvrij zijn.
- Eik (Quercus spp.) (duurzaamheidsklasse II en III) bevat looizuur dat in belangrijke mate bijdraagt aan de duurzaamheid van de soort. Het looizuur is ook verantwoordelijk voor een aantal andere karakteristieken. Stalen elementen die in contact komen met het hout zijn bij voorkeur roestvrij. Nat eikenhout is corrosief in contact met ijzer. En wanneer cement of beton in contact komt met Eiken, zal dat het uitharden vertragen. Eikenhout is goed te bewerken.
- Tamme kastanje (Castanea sativa) (duurzaamheidsklasse II) is bijzonder taai, elastisch en duurzaam. Het hout van de tamme kastanje bevat zeer veel looistoffen (7 tot 10% op het drooggewicht), die een mogelijke verklaring vormen voor het zeer hoge natuurlijke weerstandsvermogen tegen vocht en schimmels.

Een vlonderpad waarvan de dekplanken uit hout vervaardigd zijn, inclusief opstaande randen als afboording
Foto: Trage Wegen vzw

Hout is onderhevig aan verrotting en kan glad worden door mosvorming en het ophopen van organisch materiaal (bv. door bladval). Het aanbrengen van een antisliplaag (zie 3.3.5 Synthetisch bindmiddel en 6.2.8 Paden van hout) kan hieraan verhelpen.

3.2.1.2 Semi-kunststof elementen

Verscheidene producenten brengen WPC's (Wood Plastics Composite) op de markt. Deze producten bestaan uit een homogeen mengsel van houtvezel en kunststof, meestal polyethyleen. Planken zijn de meest gekende toepassing. Ze bestaan in allerlei kleuren (in de massa gekleurd), vormen en maten. Het is een vormvast materiaal met een hoge water- en vochtbestendigheid.
Het materiaal heeft dezelfde toepassingsmogelijkheden als hout maar heeft een langere levensduur. Het rot en splintert niet. Houtbehandeling is ook niet nodig. Het slipgevaar is veel beperkter dan bij nat hout.

Een vlonderpad met semi-kunststof dekplanken naar een vogelkijkhut
Ondanks de natte omgeving is het slipgevaar door de materiaalkeuze beperkt
(Uitkerkse polder, Uitkerke, Blankenberge).

3.2.1.3 Kunststof elementen

Al jaren wordt plastiek succesvol gerecycleerd. Het gaat dan meestal over polyethyleen (PE) en polypropyleen (PP) die in variabele hoeveelheden gemalen, gemengd en samengesmolten worden. De planken en palen van vlonderpaden kunnen uitgevoerd worden in dit gerecycleerd plastiek.
Andere kunststof elementen zijn kunststof roosters. De toepassingsmogelijkheden van deze roosters zijn vergelijkbaar met metalen roosters (zie 3.2.1.4 Metalen elementen). De roosters zijn vervaardigd uit een GlasVezelversterkte Kunststof (GVK). Dit is een combinatie van glasvezel en hars. De roosters zijn verkrijgbaar in verschillende kleuren.

Vlonderpad waarvan de dekplanken vervaardigd zijn uit gerecycleerd kunststof

3.2.1.4 Metalen elementen

SB250 III-12

Metalen elementen worden als variabele onderdelen van constructies gebruikt, denk maar aan verbindingsstukken, bouten en moeren, roosters, ... en als wapening (bv. voor betonverhardingen).
Voor buitentoepassingen wordt meestal gewerkt met verzinkt staal en inox.

Een strak vormgegeven vlonderpad met een loopvlak van metalen roosters is altijd droog en slipvrij. Het contrasteert met de natuurlijke beplanting van de vijver maar het rooster is doorzichtig zodat het wateroppervlak zichtbaar blijft (Kasteelpark Vordenstein, Schoten).

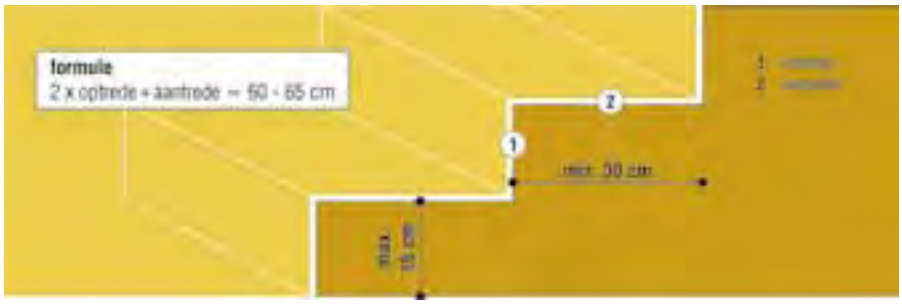
3.2.2 Trappen

3.2.2.1 De trapformule

De trapformule is een formule die wordt gebruikt om een goed beloopbare trap te maken:

2 x optrede + 1 x aantrede = 60 tot 65 cm (of een veelvoud hiervan)

Hierbij bedraagt de optrede maximaal 15 cm en de aantrede minimaal 30 cm. De breedte van de trap bedraagt in principe minimaal 120 cm. Bovenstaande waarden zijn richtwaarden. In sommige omstandigheden bepaalt de omgeving de randvoorwaarden en moet er flexibel mee omgesprongen worden.



Richtlijnen voor een goede trapopbouw

3.2.2.2 MateriaalKeuze

Hout

Trap van ontschorst hout en halfverharding (Duinbossen, Klemskerke, De Haan)
Foto: ANB

Trap van takken en houtsnippers (Lennik)
Foto: Trage Wegen vzw

Palen en planken van Tamme kastanje (eigen houtproductie) vastgenageld met kepernagels (Doevevallei, Westouter, Heuvelland)
Foto: ANB

Trap met volhouten draagstructuur en houten planken als loopvlakken (Zoniënwoud, Hoeilaart, Overijse)
Foto: ANB

Natuursteen
Natuursteenconstructies voor trappen zijn grotendeels maatwerk. Maar ook met standaard boordstenen van natuursteen kunnen trappen geconstrueerd worden.

Beton
De constructie en opbouw van trappen in beton is erg variabel. Er kan gebruik gemaakt worden van geprefabriceerde trapelementen maar ook van andere materialen zoals grasbetontegels (zie foto).

Trap opgebouwd uit grasbetontegels (optreden) en betonnen boordstenen (aantreden) (Mijnsite, Beringen)

3.3 Overzicht van bindmiddelen

Bindmiddelen kennen variabele toepassingen bij uiteenlopende materialen zoals aangehaald in de voorgaande paragrafen. Het kan hier gaan over bindmiddelen die egaal over de totale oppervlakte toegepast worden om granulaat te binden of over bindmiddelen voor het vullen van voegen.

3.3.1 Kalk

SB250 III-9.2

De toepassingen van kalk als bindmiddel zijn divers. De specificaties waaraan kalk (ongebluste kalk, kalkhydraat of hydraulische kalk) moet voldoen, zijn terug te vinden in het Standaardbestek 250 dat onderscheid maakt tussen kalk voor bodemverbetering, kalk als onderdeel van funderings- en afwerkingsmaterialen en kalk als onderdeel van mortel voor betegelingen en bestratingen.

3.3.2 Grond

SB250 III-3

Vaak zorgt minerale grond zoals leem en klei, al dan niet van plaatselijke origine, voor binding van materialen. Logischerwijs is dit het geval bij onverharde paden. Maar ook bij de toepassing van bv. zandleem, leemgrind of kleischelpen is dit het geval. In dit geval spreekt men over halfverhardingen.

Zand wordt gebruikt als voegmiddel bij elementenverhardingen.

3.3.3 Cement

SB250 III-8

Cement, dat voornamelijk uit calciumwaterstofsilicaat bestaat, is een fijngemalen grondstof die na mengen met water een plastische massa vormt en nadien zowel onder water als in de buitenlucht verhardt.
Naast het voorkomen van cement in cementbetonverhardingen en betonelementen, wordt cement ook in variabele hoeveelheden toegevoegd aan gespleten primaire fracties om deze te binden.

Gewone cementen zijn overeenkomstig NBN-EN 197-1 en PTV 603. Speciale cementen moeten voldoen aan NBN B12-108 (cement met hoge weerstand tegen sulfaten; zogenaamd HSR-cement) en NBN B12-109 (cement met begrensd alkaligehalte; zogenaamd LA-cement).
Voor ter plaatse gestort beton in een vochtig milieu is enkel het gebruik van LA-cement toegelaten.

3.3.4 Plantaardig bindmiddel

Er is een plantaardig bindmiddel op de markt waarvan de grondstof afkomstig is van (ondermeer) de plantensoort Plantago psyllium (geslacht Weegbree). De planten worden gedroogd en gemalen tot een fijn poeder. Anderzijds zijn er ook bindmiddelen die geproduceerd worden uit plantaardige afvalolie.

Het doorschijnend bindmiddel bewaart de natuurlijke kleur van de granulaten. Het toevoegen van pigmenten laat toe om de verharding te kleuren. Deze verharding is elastisch en kan toegepast worden als bindmiddel in halfverhardingen en als (waterdoorlatende) voegvulling. De combinatie van dit bindmiddel met granulaten wordt ook wel natuurlijk asfalt genoemd.

Een toepassing van plantaardig bindmiddel als alternatief voor bitumen bij een fietspad (Hechtel-Eksel)

3.3.5 Synthetisch bindmiddel

SB250 III-11.8 ~ pigmenteerbaar bindmiddel
SB250 III-44 ~ kunsthars

Dit zijn kunststof bindmiddelen die kleurloos zijn en uit een tweecomponenten epoxy of polyurethaan bestaan. Deze bindmiddelen worden toegepast als slijtlaag* op hout of asfalt (in combinatie met split*), als binding van steenslag en als voegmiddel bij elementenverhardingen.

Slijtlagen op hout worden vooral toegepast op steigers, vlonders, trappen en bordessen. De slijtlaag creëert een veilig stroef oppervlak voor verkeer en voetgangers en dient tevens als bescherming voor het onderliggende oppervlak. Ook antislipgroeven met een menging van zand en een tweecomponenten epoxy kunnen subtiel op hout aangebracht worden om een stroef oppervlak te creëren.

Deze bindmiddelen kunnen ook toegepast worden als binding van steenslag. Het granulaat wordt als het ware verlijmd zodat een hoog percentage (ca. 32%) holle ruimte aanwezig blijft. Dit resulteert in een waterdoorlatende verharding. De slijtweerstand van de verharding is afhankelijk van de hechting met het toegepaste granulaat en de sterkte van het kunststofbindmiddel. Om de hechtsterkte van het bindmiddel te optimaliseren, wordt gebruik gemaakt van een voorbehandeld steenslag. Kunststof bindmiddelen kunnen in relatief korte tijd verwerkt worden en door hun flexibele karakter kunnen kleine vervormingen in de ondergrond weggewerkt worden.

Een met kunststof gebonden granulaatverharding (Koning Albertpark, Gent)

3.3.6 Bitumen

SB250 III-11.2

Bitumen wordt geraffineerd uit aardolie. Naast de verwerking van bitumen in een gesloten asfaltverharding, wordt dit materiaal ook toegepast voor bestrijking*.

3.4 Overzicht van materialen ter versteviging van gras- en granulatenverhardingen

De versteviging van een pad of een verharding van gras of granulaten is noodzakelijk bij zwaar of intensief verkeer. Anderzijds kan een versteviging van belang zijn om erosie van de bodem op hellend terrein tegen te gaan. Hieronder zijn de voornaamste mogelijkheden voor de versteviging van verhardingen kort toegelicht.
De methode voor versteviging van gras door middel van granulaten is beschreven onder 6.2.3 Graspaden.

3.4.1 Grasbetontegels

SB250 III-23.5

Grasbetontegels zijn een verstevigingsmateriaal voor bermen en andere terreinen zoals parkings en landelijke wegen. Het zijn grote betonstenen, meestal 40 x 60 cm of 40 x 40 cm groot, met uitsparingen waar gras doorheen kan groeien. Zo ontstaat een natuurlijk ogende maar stevige verharding.
Afhankelijk van de belasting zijn de tegels verkrijgbaar in de diktes 10 en 12 cm. Tevens zijn tegels in verschillende patronen verkrijgbaar. Na het aanbrengen van teelaarde in de uitsparingen kan hier gras groeien, terwijl de structuur van de tegels nadrukkelijk zichtbaar blijft.

Een tweeledige verharding bestaande uit beton (links) en grasbetontegels (rechts) (Groene Vallei, Gent) Dit beeld toont de situatie kort na de aanleg.

3.4.2 Gras-kunststofplaten

SB250 III-23.6

Deze rasters zijn een kunststof variant van de grasbetontegel en worden vervaardigd uit recycleerbaar en soms ook gerecycleerd plastiek, meerbepaald polyethyleen (PE), hoge densiteit polyethyleen (HDPE) of polypropyleen (PP). Deze tegels zijn lichter van gewicht dan de grasbetontegels.

Vooral de HDPE-platen zijn geschikt voor zwaar verkeer (bv. rupsbanden). Andere varianten zijn gevoeliger voor breuk bij zware belasting, vooral op de randen en op raakpunten.

De elementen worden gemaakt in verschillende groottes, maaswijdtes, diktes en kleuren voor variabele toepassingen. De structuur van de rasters is aanzienlijk fijner dan deze van de grasbetontegels waardoor ze minder opvallen in de verharding. De elementen zijn zo vervaardigd dat ze in matten aangebracht en onderling verankerd kunnen worden om zo een stevig geheel te vormen. Om uitspoeling van het vulmateriaal naar de fundering of de ondergrond te voorkomen en om wortelgroei te verhinderen, is het aanbrengen van een geotextiel onder de gras-kunststofplaten aangewezen. In sommige uitvoeringen is er reeds een geotextiel aan het raster bevestigd.

De rasters kunnen ook gebruikt worden om een verharding van losse granulaten (steenslag of grind) te verstevigen en te fixeren.

Een busparking waarbij de kunststofplaten afwisselend met steenslag en gras opgevuld zijn om parkeervakken aan te duiden (Site Abdij van Herkenrode, Kuringen, Hasselt)

3.4.3 Geocellen

Geocellen bestaan uit een zeer flexibele ruitstructuur, ook wel honingraatstructuur* genoemd, van geperforeerde stroken hoge densiteit polyethyleen (HDPE) die in uitgerokken toestand onderling verbonden worden. De toepassing is in eerste instantie gericht op fixatie van funderingsmateriaal (bv. op hellingen), bestaande uit losse granulaten. De cellenstructuur wordt ter stabilisatie in de fundering ingebracht. Hierop wordt vervolgens de toplaag aangebracht.

De aanleg van geocellen als versteviging van een pad (Zoniënwoud, Hoeilaart, Overijse)

3.4.4 Geogrid

SB250 III-13.3

Geogrids zijn rasters vervaardigd uit polyethyleen (PE), hoge densiteit polyethyleen (HDPE) of polypropyleen (PP) en zijn speciaal ontworpen voor stabilisatie- en verstevigingstoepassingen. Dit materiaal wordt ondermeer toegepast in wegfunderingen waar in de ondergrond zettingen te verwachten zijn of waar een optimale drukverdeling gewenst is, bijvoorbeeld bij tijdelijke wegen in de wortelzone van bomen.

Geogrids voorkomen problemen bij wegconstructies en taluds doordat ze funderingsmateriaal insluiten en verankeren. Wanneer de granulaire deeltjes boven het geogrid worden verdicht, worden ze gedeeltelijk in en door de openingen van het geogrid geperst. Het gebruik van een geogrid laat een reductie van de funderingsdikte toe zonder aan stabiliteit in te boeten. Bij asfaltverhardingen worden geogrids tussen profileer- en onderlaag aangebracht.

Gebruik van een geogrid om de dikte van de funderingslaag te beperken zonder verlies aan stabiliteit

3.4.5 Geotextiel

SB250 III-13.2

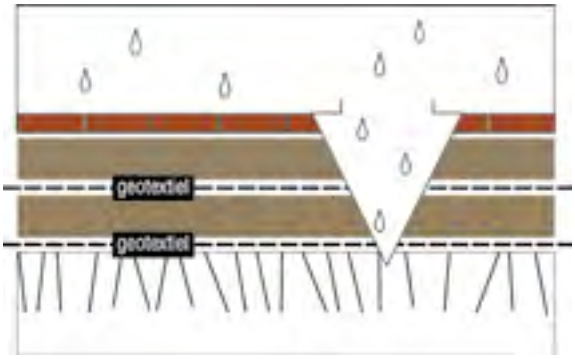
Geotextiel is een kunststof doek vervaardigd uit verschillende kunststofsoorten zoals polypropyleen (PP), polyethyleen (PE) of polyester. De belangrijkste toepassing is om vermenging van ondergrond, funderings- of toplaagmateriaal te voorkomen terwijl waterinfiltratie mogelijk blijft. Daarnaast vormt geotextiel ook een efficiënt anti-worteldoek*. Geotextielen zijn verkrijgbaar in talloze uitvoeringen en kwaliteiten en de keuze dient afgestemd te worden op de toepassing en de locatie.
De geotextielen kunnen onderverdeeld worden in geweven en niet geweven textiel.

Bij geweven geotextiel worden de verschillende polypropyleen vezels in elkaar geweven. Het grote voordeel is dat deze structuur lucht en water doorlaat, terwijl de minder fijne deeltjes worden tegengehouden. Ze kunnen niet wegrotten en ze zijn zuur-, alkali- en UV-bestendig.

Niet geweven geotextiel bestaat uit thermisch aan elkaar gelaste polypropyleen vezels. Ze hebben een grote rekbaarheid, hebben een bijzonder stevige structuur en zijn uiterst gemakkelijk te plaatsen. Daarnaast zijn ze ook lucht- en waterdoorlatend.

Door geotextiel rondom een funderingslaag te voorzien, kan een drainerend matras gemaakt worden waarbij het funderingsmateriaal niet kan vermengen met ondergrond en bovenliggende lagen.

Het aanbrengen van geotextiel om vermenging met de ondergrond te vermijden en om de drainagecapaciteit van de fundering te behouden



Illustratie van hoe geotextiel de verschillende lagen in de opbouw van een verharding kan scheiden om het drainerende karakter te bevorderen

3.4.6 Kunststof matjes

De basis van deze structuur wordt gevormd door duizenden kleine elastische kunststof wapeningsnetjes (polypropyleen) die in elkaar haken en worden vermengd met een toplaag van zand en compost (detail zie 6.2.3 Graspaden). Doordat graswortels door de bodemwapening groeien, ontstaat een verankerd wortelsysteem. De toplaag is bijgevolg minder gevoelig voor verdichting en heeft een hoog drainerend vermogen. Het resultaat is een natuurlijke toplaag van gras.

De matjes zijn rechthoekig van vorm, hebben een afmeting van 100 x 50 mm en een maaswijdte van 10 x 10 mm. Het product is gemaakt van polypropyleen en is volkomen veilig voor het milieu.

Dit materiaal kan toegepast worden voor parkings, evenementenweiden, sport- en speelvelden en paden van gefundeerd gras.

Een parking waarvan de parkeervakken in gras werden verstevigd met kunststof matjes (Nationaal Park Hoge Kempen, Poort Kattevennen, Genk)

3.5 Overzicht van opsluitingen

3.5.1 Functie

Om verhardingsmaterialen op een bepaalde locatie vast te leggen, wordt gebruikt gemaakt van opsluitingen. Het is zeker niet voor alle verhardingsmaterialen nodig of wenselijk om een opsluiting toe te passen. In bepaalde gevallen (elementenverhardingen) zijn opsluitingen dan weer onontbeerlijk voor een stevige verharding.

Opsluitingen vormen een barrière voor de verspreiding van verhardingsmateriaal naar de omgeving (in het geval van halfverhardingen) of zorgen voor stabilisatie van verhardingen omdat de zijdelingse drukweerstand extra wordt opgevangen (in het geval van elementenverhardingen).

3.5.2 Ontwerp

Het gebruik van opsluitingen heeft esthetische gevolgen. Het gebruik ervan leidt tot strakkere vormen en hardere grenzen tussen omgeving en verharding. Wanneer gekozen wordt voor een afwijkend materiaal, kleur of vormgeving accentueren opsluitingen tevens de scheiding tussen de verharding en de omgeving. Het gebruik van opsluitingen maakt het ontwerp bijgevolg strakker, wat afbreuk doet aan de natuurlijkheid van de omgeving.

In parkomgevingen en in de nabijheid van infrastructuurelementen (bv. afboording valzone bij speeltoestellen, verharding nabij zitbank, ...) kunnen ze op die manier inspelen op de vormgeving.

In natuurlijke omgevingen (natuurgebieden, bossen, ...) is het niet wenselijk om alle paden en wegen te voorzien van een opsluiting. Indien het niet nodig is om bijkomende stabiliteit aan de verharding te verlenen, wordt gestreefd naar het minimaal toepassen van opsluitingen.

3.5.3 Materiaalkeuze

De meest voor de hand liggende en ook meest toegepaste materialen voor opsluitingen zijn beton en natuursteen (SB250 III-31 ~ natuursteen en SB250 III-32 ~ beton).

Het gebruik van hout en metaal als opsluiting biedt eveneens mogelijkheden in groengebieden.
De materiaalkeuze zal tevens mee bepalen in welke mate verstoring van de omgeving optreedt bij aanleg. Metalen en houten opsluitingen rond een plantgat of langs een pad vereisen weinig of geen bijkomende fundering, klassieke betonnen of natuurstenen opsluitingen wel. Deze laatste veroorzaken mogelijks wortelschade bij de aanleg en hebben ook een grotere invloed op de wortelgroei van bomen.

3.5.3.1 Hout

Opsluitingen in hout kunnen bestaan uit planken, balken, biels, boomstammen, ... Deze kunnen al dan niet verankerd toegepast worden. Het hout is bij voorkeur afkomstig van Europese boomsoorten met duurzaamheidsklasse* I of II (definities) en is FSC (of gelijkwaardig) gecertificeerd (zie 8.2.5 Instanties bevoegd voor certificering en het beheer van keurmerken). Toch kan in bepaalde gevallen gekozen worden hiervan af te wijken wanneer bijvoorbeeld lokaal hout gebruikt wordt.

Opsluiting van een hellend pad, uitgevoerd in een halfverharding, met een eiken balk om erosie te voorkomen (Zoniënwoud, Hoeilaart, Overijse)

3.5.3.2 Natuursteen

Voordat betonproducten voor de wegenbouw op de markt kwamen, was natuursteen het uitgelezen materiaal voor het maken van opsluitingen. In stadskernen zijn deze oude opsluitingen van trottoirs vaak bewaard gebleven terwijl de verharding ondertussen vervangen is door beton of asfalt.

Veel natuursteensoorten zijn geschikt voor het maken van opsluitingen: graniet, hardsteen, gneis, basalt, ...
Natuursteenopsluitingen worden meestal op maat gemaakt maar er zijn leveranciers die een aantal standaardmaten kunnen leveren. Meestal worden deze opsluitingen in een lengte van 1 m geleverd. Ook allerlei hoekstukken en bochtbanden kunnen op maat geleverd worden.

Ook kunnen natuursteenkeien of randkasseien als opsluiting voor bijvoorbeeld halfverharding toegepast worden.

Opsluiting van een halfverharding met een rij kasseien

3.5.3.3 Beton

Het aanbod aan opsluitingen in beton is zeer uiteenlopend. Afhankelijk van de toepassing of het gewenste beeld kunnen opsluitingen variëren van een breedte van ongeveer 1,5 cm tot een breedte van 50 cm. Betonbanden zijn meestal geprefabriceerde elementen. De lengte van de elementen varieert van ongeveer 70 cm tot 100 cm, afhankelijk van het type band. Er bestaan banden met een rechte bovenkant die meestal gelijk geplaatst worden met de hoogte van de verharding. Banden met een afgeschuinde bovenzijde kunnen toegepast worden tussen twee verhardingen met een hoogteverschil (trottoir en rijweg). De meest eenvoudige elementen bestaan uit grijs beton. Door toevoeging van kleurstof of natuursteentoeslag worden ook andere kleuren en texturen gefabriceerd. Zo kunnen verharding en opsluiting op elkaar afgestemd worden of net contrasteren. Voor het realiseren van hoeken, bochten, inritten,... bestaan voor de meeste types van opsluitingen ook speciale elementen.

Opsluiting van een halfverharding met een betonelement

3.5.3.4 Metaal

Mogelijke metaalsoorten voor de constructie van opsluitingen zijn roestvrij staal, cortenstaal en al dan niet gemetalliseerd bandijzer. Cortenstaal is een koperhoudende staalsoort. De roestkleurige oxidatiehuid dient zich eerst te vormen bij de fabrikant waarna het staal wordt gereinigd met een hogedrukreiniger. Enkel dit geconditioneerde staal mag gebruikt worden voor fabricage van de nodige elementen. Metalen opsluitelementen zorgen voor een subtiele en strakke randafwerking van het pad.

Er zijn standaard elementen (metalen strip en funderingsanker in één element) op de markt verkrijgbaar. Meestal worden de metalen opsluitingen voor specifieke toepassingen gemaakt of samengesteld. Toch kunnen standaardmaten van metalen strips of stroken gebruikt worden, waaraan een funderingselement verankerd wordt.

Opsluiting van een halfverharding met een metalen profiel

3.5.3.5 Gebakken straatsteen

Door het achter elkaar plaatsen van gebakken straatstenen, zowel in de lengte als in de breedte, kan een opsluiting gemaakt worden. Hierdoor wordt een sierlijke afwerking verkregen. Door de beperkte hoogte van de stenen zal dit type opsluiting bij voorkeur toegepast worden bij wandelpaden of extensief gebruikte verhardingen.

Opsluiting van een halfverharding met een rij gebakken straatstenen

3.6 Overzicht van funderingsmaterialen

Er bestaat een breed scala aan funderingsmaterialen (volgens SB250), die naargelang de abiotische condities en het gewenste gebruik gecombineerd worden met specifieke toplagen.

Een aantal funderingstypes beschreven in het SB250 zijn minder geschikt voor toepassing in groengebieden en daarom zijn ze niet in onderstaande lijst opgenomen. Bij de keuze van een type fundering als toepassing in groengebieden gaat de voorkeur naar ongebonden funderingen als de omstandigheden dit toelaten. Bij de toepassing van een ongebonden fundering kunnen het funderingsmateriaal en de toplaag eenvoudig hergebruikt worden. Ook de doorlatendheid voor water en lucht is beter verzekerd bij ongebonden funderingen.

Naargelang de samenstelling van de fundering worden gebonden en ongebonden funderingsmaterialen onderscheiden.

3.6.1 Ongebonden funderingen

Volgende funderingen zijn ongebonden:
- onderfundering (type I, II of III);
- steenslagfundering met niet-continue korrelverdeling;
- steenslagfundering met continue korrelverdeling zonder toevoegsel.

3.6.2 Gebonden funderingen

Volgende funderingen zijn gebonden:
- met toevoegsel behandelde steenslagfundering met continue korrelverdeling;
- fundering van ternair mengsel;
- zandcementfundering;
- fundering door het stabiliseren van de bestaande verharding met cement (recycling in situ);
- fundering van schraal beton;
- fundering van drainerend schraal beton;
- fundering in walsbeton*.

Voor de samenstelling en de toepassing van bovenstaande funderingstypes wordt verwezen naar het SB250.

Sterkte-zwakteanalyse materialen

4

Deel 4

4 Sterkte-zwakteanalyse materialen

4.1 Parameters voor de selectie van materialen voor paden en verhardingen

In deze paragraaf worden de parameters verduidelijkt waaraan de verhardingsmaterialen (besproken in hoofdstuk 3 Overzicht van mogelijke materialen voor paden en verhardingen) getoetst worden in de sterkte-zwakteanalyse.

4.1.1 Gebruik

Naargelang het gebruik van paden door verschillende gebruikersgroepen kan volgend (niet-limitatief) onderscheid gemaakt worden.

- recreatief gebruik: wandelpaden, fietspaden, ruiterpaden, mennerpaden, mountainbikepaden;
- dienstgebruik: wegen voor het toezicht en het beheer zoals wegen voor vrachtvervoer (houttransport, landbouwverkeer, ...), brandwegen, exploitatiewegen, ...
- vlakvormige verhardingen: parkings en pleintjes;
- multifunctioneel gebruik: combinatie van verschillende types recreatief gebruik of van recreatief en dienstgebruik.

Afhankelijk van het gebruikersprofiel komen bepaalde verhardingsmaterialen in aanmerking voor toepassing. Zo is het verwachtingspatroon van gebruikers ten aanzien van beleving of comfort zeer uiteenlopend. Bovendien impliceren de aard, de intensiteit en de frequentie van het gebruik bijkomende randvoorwaarden. Een strikt onderscheid hoeft echter niet steeds gemaakt te worden aangezien veel paden een multifunctioneel karakter hebben.

Daarnaast vormt ook de integrale toegankelijkheid van de publieke ruimte een belangrijk aandachtspunt. Het al dan niet geschikt zijn van een verharding voor mensen met een handicap krijgt extra aandacht binnen de sterkte-zwakteanalyse.

4.1.2 Duurzaamheid

Duurzaamheid is een containerbegrip dat met betrekking tot paden en verhardingen een hele waaier relevante aspecten omvat. We beschouwen hierbij de ecologische en sociale aspecten (cfr. Hermy et al. 2005).

Naast de duurzaamheidaspecten gerelateerd aan het materiaal zelf, beschouwen we ook de impact op mens en omgeving bij de aanleg van een pad of verharding.

Volgende elementen kunnen meegenomen worden bij de beoordeling van de duurzaamheid van een materiaal.

Materiaal

- Gaat het over een uitputbare grondstof?
- Betreft het een gerecycleerd materiaal of kan het materiaal zelf gerecycleerd worden?
- Wat zijn de technische kenmerken van het materiaal (bv. vorstgevoeligheid, erosiegevoeligheid, druk-treksterkte, ...) die invloed hebben op de levensduur en de herbruikbaarheid?

Mens

- Zijn de arbeidsomstandigheden bij de ontginning gereguleerd?
- Zijn er gevaren verbonden aan de aanleg, het gebruik of het onderhoud?
- Voldoet het materiaal aan de kwaliteitseisen van de beleidsmakers, de omwonenden en de toekomstige gebruikers?

Omgeving

- Bestaat er een regulering op de wijze van exploitatie en/of ontginning (certificatie, milderende maatregelen, nazorg)?
- Zijn er aanzienlijke emissies en afvalhoeveelheden verbonden aan de productie of het transport van het materiaal?
- Oefent het materiaal een directe invloed uit op de omgeving?
  - bodem en waterhuishouding (kwalitatief en kwantitatief): Is er een mogelijke uitspoeling van nutriënten bij verwering van het materiaal. Is het materiaal lucht- en waterdoorlatend?
  - landschapskwaliteit: esthetische integratie van het ontwerp en de materiaalkeuze
- Oefent het materiaal bijkomende indirecte effecten uit?
  - aanleg: nodige grondverzet, benodigde werfzone, ...
  - gebruik: geluidshinder door weerstand van de toplaag
  - onderhoud en beheer: onderhoudsvriendelijkheid (intensiteit en frequentie)
- Gaat het ontwerp grotendeels uit van het behoud van de huidige toestand van het terrein, zowel aangaande reliëf als bodemgesteldheid?
- Gaat het ontwerp preventief om met de reductie van bestrijdingsmiddelen en beheerinspanningen?

4.1.3 Kostprijs

De kostprijs vormt vaak een belangrijk criterium bij de materiaalkeuze. Het is echter een verraderlijke toetsingsparameter die met de nodige omzichtigheid moet gebruikt worden. Bij kostprijsevaluaties wordt er immers vaak gekeken naar de aanlegkost omdat deze kost direct zichtbaar is. Het is echter vaak zo dat een kwalitatief ontwerp duurder is in aanleg, terwijl dit ruimschoots gecompenseerd wordt door de grotere duurzaamheid (waaronder levensduur) en lagere onderhoud- en beheerkosten.

Kostprijzen kunnen erg schommelen. De vraag naar een materiaal, de toepassingsschaal, de aanwezige voorraden, technische evoluties, enz. bepalen de kostprijs. Ook de omvang van de aanlegwerken en de toegankelijkheid van het terrein bepalen mee de kostprijs van de aanleg.

Voor de kostprijsbepaling is uitgegaan van de prijs per m^2 (excl. btw) voor het leveren en aanbrengen van de materialen per onderdeel van de opbouw van de verharding. Zo is bij de materialen voor toplagen enkel een kostprijs voor het leveren en aanbrengen van de toplaag gerekend. Op die manier kunnen materialen onderling eenvoudig vergeleken worden. De kostprijzen houden geen rekening met specifieke noodzakelijke werken zoals uitgraving, het aanbrengen van een geotextiel, het voorzien van een legbed, opvoegen ... Logischerwijs worden richttarieven weergegeven die actueel waren ten tijde van de opmaak van de studie (anno 2010). Indien relevant, zijn in de tabellen nog nuances aangegeven inzake materiaalvarianten, kostprijs van het beheer, ...

Er is voor gekozen om te werken met volgende prijscategorieën per m^2 (excl. btw):

- minder dan 10 euro;
- van 11 tot 20 euro;
- van 21 tot 30 euro;
- van 31 tot 40 euro;
- van 41 tot 50 euro;
- meer dan 50 euro.

4.2 Sterkte-zwakteanalyse van de materialen die gebruikt worden bij de aanleg van paden en verhardingen

In deze paragraaf vergelijken we de verschillende materialen, die worden besproken in hoofdstuk 3, op basis van de parameters gebruik, duurzaamheid en kostprijs (zie 4.1 Parameters voor de selectie van materialen voor paden en verhardingen).

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Zand	+	Wandelpad (extensief), mountainbikepad, ruiterpad, dienstweg (extensief)	Materiaal kan plaatselijk aanwezig zijn Waterdoorlatend Lage energiekost voor aanleg en onderhoud Lokale ontginning vaak mogelijk	Minder dan 10 euro
	-	Los zand is niet integraal toegankelijk Kan stoffig zijn bij droog weer	Primaire grondstof* Vermenging met autochtoon bodemmateriaal op een niet-zandig bodemtype	Onderhoudskost voor onkruidbeheersing indien plantengroei niet wenselijk
	!	/	Landschappelijk perfect integreerbaar in zandrijke regio	/
Zandleem	+	Wandelpad (extensief), mountainbikepad, ruiterpad	Materiaal kan plaatselijk aanwezig zijn Waterdoorlatend Lage energiekost voor aanleg en onderhoud	Minder dan 10 euro
	-	/	/	Grote onderhoudskost voor reparaties en onkruidbeheersing
	!	/	Landschappelijk perfect integreerbaar	/
Ternair mengsel	+	Wandelpad, fietspad, multifunctionele weg (extensief licht verkeer), parking	Waterdoorlatend Secundaire grondstoffen*	Van 11 tot 20 euro
	-	Grote rolweerstand voor fietsers Kan stoffig zijn bij droog weer	Erosiegevoelig	Grote onderhoudskost voor reparaties (putvorming) en onkruidbeheersing
	!	Integraal toegankelijk mits goed onderhoud	Landschappelijk inpasbaar door sober uiterlijk (kleur kan echter variëren)	/

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Ongefundeerd gras	+	Wandelpad (extensief), brandgang*	Materiaal kan plaatselijk aanwezig zijn Waterdoorlatend Lage energiekost voor aanleg	Minder dan 10 euro (inclusief grondbewerkingen, gras, groencompost)
	-	Beperkte integrale toegankelijkheid, zeker in natte omstandigheden	/	Grote onderhoudskost voor regelmatig maaibeheer
	!	Enkel toepasbaar bij extensief gebruik	/	/
Gefundeerd gras	+	Wandelpad, parking (extensief gebruik bv. overloopparking), multifunctionele weg (extensief licht verkeer)	Waterdoorlatend Er kan met spontane natuurlijke processen gewerkt worden (zaadverbreiding)	Van 11 tot 20 euro (inclusief teelaarde, steenslag, gras en grondbewerkingen) Onderhoudskost minder groot dan bij ongefundeerd gras (extensiever maaibeheer)
	-	Moddervorming in de toplaag bij gebruik in natte omstandigheden	Kans op verdroging bij slechte profielopbouw	/
	!	Gras kan grote rolweerstand uitoefenen, bijgevolg is de integrale toegankelijkheid afhankelijk van het maairegime		Kan spontaan ontstaan op halfverharding mits infrezen van teelaarde + zaad
Schelpen	+	Wandelpad	Materiaal kan plaatselijk aanwezig zijn Waterdoorlatend Lage energiekost voor aanleg	Van 11 tot 20 euro
	-	Bij nat weer kunnen deze paden modderig en dus glibberig worden, extra aandacht voor drainage is nodig	Kan een relatief hoog gehalte aan zware metalen bevatten Winning in gebieden met relatief hoge beschermingsstatus	Onderhoudskost voor onkruidbeheersing
	!	Indien aangewalst integraal toegankelijk Verbrijzeling bij gebruik door grote lasten	Lange levensduur (verweert traag) Landschappelijke integratie mogelijk in kuststreek	/
Kleischelpen	+	Wandelpad, fietspad	Lage energiekost voor aanleg en onderhoud Milieuvriendelijk materiaal	Van 11 tot 20 euro

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
	-	Scherpe kanten aan vermalen schelpen verhoogt het risico op bandbreuk Bij nat weer kunnen deze paden modderig en dus glibberig worden, extra aandacht voor drainage is nodig Winning in gebieden met relatief hoge beschermingsstatus	Kan een relatief hoog gehalte aan zware metalen bevatten	Onderhoudskost beperkt tot oppervlakkige reparaties (aanvullen toplaag en aanwalsen)
	!	Integraal toegankelijk	Lange levensduur (verweert traag) Landschappelijke integratie mogelijk in kuststreek	/
Natuursteenelementen	+	Wandelpad, multifunctionele weg, parking	Zeer lange levensduur Herbruikbaar product Met open voeg waterdoorlatend	Tegels blauwe hardsteen: meer dan 50 euro Kasseien: van 41 tot 50 euro Mozaïekkeien: meer dan 50 euro
	-	Weinig comfortabel voor rolstoelgebruikers, hoewel afhankelijk van gladheid afwerking Bij regenweer of vorst vaak glad maar dit kan voorkomen worden door oppervlaktebewerking	Primaire grondstof* Veel goedkope import uit het Verre Oosten (minpunten: transport, arbeidsomstandigheden, beperkte garanties over kwaliteit, vorstgevoeligheid en gevoeligheid voor dooizouten)	Arbeidsintensieve aanleg Grote onderhoudskost voor reparaties en onkruidbeheersing
	!	/	Gemakkelijk herstel na kabel- en leidingwerkzaamheden Cultuurhistorisch gebruik Creatief ontwerp mogelijk volgens legpatroon	/
Gespleten primaire fracties	+	Naargelang toepassing (fracties/binding/fundering) toepasselijk voor wandelpad, fietspad, parking of multifunctionele weg	Lokale winning in België (kalksteen/porfier) of omstreken mogelijk Zonder binding waterdoorlatend	Van 11 tot 20 euro
	-	Hoge rolweerstand voor fietsers bij losse grove fracties Het gebruik van gebroken silex verhoogt de kans op bandbreuk	Primaire grondstof* Buitenlandse import vergt veel transport Erosiegevoelig Verwering gebeurt sowieso op termijn wat resulteert in uitloging van nutriënten zoals kalk (bv. dolomiet) wat in nutriëntenarme omgeving negatieve invloed kan hebben	Grote onderhoudskost voor reparaties en onkruidbeheersing

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
	!	Integraal toegankelijk wanneer een fijne gestabiliseerde fractie toegepast wordt Bij opvriezen kunnen de fracties aan de banden van rolstoelen blijven kleven	Omwille van kleurvariatie zowel integreerbaar in als contrasterend met de omgeving	/
Rolgrind	+	Wandelpad Parking (indien in versteviging)	Lokale winning in België (kalksteen/porfier) of omstreken mogelijk Materiaal kan ter plaatse aanwezig zijn Waterdoorlatend (beperkt in het geval van leem- en stolgrind)	Van 11 tot 20 euro
	-	In de regel niet integraal toegankelijk tenzij in gebroken en gebonden vorm	Primaire grondstof* Uitputbare winning	Grote onderhoudskost voor onkruidbeheersing
	!	Leem- en stolgrind (waarvan grind in fijne fracties van 0-8 mm) is toegankelijk voor rolstoelgebruikers	Enkel landschappelijke integratie mogelijk in de grindstreek	/
Houtsnippers en boomschors	+	Wandelpad (ook looppistes), speelterrein (valondergrond)	Houtsnippers maken hergebruik van plaatselijk afvalmateriaal mogelijk (verhakselen) Enkel boomschors van Picea abies en Pinus sylvestris kan van lokale winning zijn Hernieuwbare grondstof Water- en luchtdoorlatend	Indien plaatselijk materiaal: minder dan 10 euro Indien materiaal aangekocht dient te worden: van 11 tot 20 euro
	-	Niet integraal toegankelijk Snel modder- en plasvorming	Korte levensduur Boomschors wordt zelden lokaal geproduceerd (Pinus sylvestris/maritima) Snelle natuurlijke afbraak vormt bron van nutriënten (verrijking van de omgeving) Verzuring van de bodem kan tegengegaan worden door aanleg op een kalkhoudend substraat	Grote onderhoudskost voor aanvullen en onkruidbeheersing
	!	Stabiliteit wordt aangetast door snelle afbraak	Natuurlijk uitzicht en dus een landschappelijke integratie mogelijk Houtsnippers op natte bodems vermijden tenzij een drainerende fundering wordt aangebracht	/

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Hout-elementen	+	Wandelpad, knuppelpad* (rondhout), vlonderpad* (planken) Andere constructies zoals bruggen, afsluitingen, barelen, ...	Gecertificeerd hout is meestal vlot verkrijgbaar Hernieuwbare grondstof Water- en luchtdoorlatend In kwetsbare vegetaties wordt de recreatieve impact geconcentreerd door aanleg van een vlonderpad	/
	-	Comfort kan dalen door gladheid en mosvorming	Inlandse producten nog maar beperkt op de markt en bijgevolg meestal veel transport vereist De aanleg kan een aanzienlijke impact veroorzaken Onderhevig aan verrotting (naargelang duurzaamheidsklasse* ca. 2 tot 20 jaar)	Meer dan 50 euro Grote aanleg- en onderhoudskost (afhankelijk van levensduur)
	!	Vlonderpaden kunnen integraal toegankelijk gemaakt worden mits aangepaste dimensies en een afrijdbeveiliging	Gebruik hout met duurzaamheidsklasse* I of II Kan in combinatie met (semi)kunststofelementen gebruikt worden	/
Gebakken straatstenen	+	Wandelpad, parking, plein	Lange levensduur Herbruikbaar product	Onderhoudskosten (reparaties en regulier onderhoud) zijn beperkt
	-	/	Geproduceerd op basis van primaire grondstof* Onkruidgroei mogelijk indien open voeg In de regel niet of beperkt water- en luchtdoorlatend	Van 41 tot 50 euro Arbeidsintensieve aanleg
	!	Integraal toegankelijk Gebruik vanuit cultuurhistorisch oogpunt	Landschappelijke integratie mogelijk (kleurvariatie)	Gemakkelijk herstel na kabel- en leidingwerkzaamheden
Gebroken kleipuin	+	Wandelpad, fietspad, parking, multifunctionele weg	Secundaire grondstof* op basis van een natuurlijk product Waterdoorlatend (vermindert bij fijne fracties)	Van 11 tot 20 euro Gravel is duurder dan gebroken metselpuin (geen onzuiverheden)
	-	Ruiters moeten galopperen vermijden (beschadiging van het wegdek)	Onzuiverheden (keramiek, glas, ...) zijn mogelijk in gebroken metselwerkpuin ondanks COPRO-keuring Energiekost zit in vermaling van het product	/
	!	Integraal toegankelijk wanneer een fijne gestabiliseerde fractie toegepast wordt	Roodbruine kleur is inherent aan het product, moeilijke landschappelijke integratie	/

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Gebroken mengpuin	+	Wandelpad, fietspad Funderingen	Secundaire grondstof* Waterdoorlatend (vermindert met fijne fracties)	Van 11 tot 20 euro
	-	Ruiters moeten galopperen vermijden (beschadiging van het wegdek) Onzuiverheden kunnen bij fietsers zorgen voor lekke banden Door afbreken van niet-inerte* materialen kan verzakking optreden	Onzuiverheden (keramiek, glas, ...) mogelijk ondanks BENOR-keuring Energiekost zit in vermaling van het product	/
	!	Integraal toegankelijk wanneer een fijne gestabiliseerde fractie toegepast wordt	Niet egaal van kleur (mix van beton en baksteen) en bijgevolg moeilijke landschappelijke integratie	/
Cementbeton	+	Wandelpad, fietspad, parking, plein, multifunctionele weg	Lange levensduur (ca. 30 jaar) Op basis van primaire of secundaire grondstoffen*, maar beiden van regionale winning (beperkt transport) Geen erosiegevoeligheid	Ongewapend (dikte 16 cm) Van 21 tot 30 euro Ongewapend (dikte 20 cm) Van 21 tot 30 euro Platenbeton Van 11 tot 20 euro Lage onderhoudskost
	-	/	Niet water- en luchtdoorlatend	Moeilijke en dure herstellingen (bv. bij verzakkingen)
	!	Hoog comfortgehalte, uitgezonderd krimpvoegen Lage rolweerstand voor fietsers Integraal toegankelijk	Landschappelijk moeilijk integreerbaar	/
Betonelementen	+	Wandelpad, fietspad, parking, plein, multifunctionele weg	Lange levensduur (ca. 15 jaar) Herbruikbaar product Geen erosiegevoeligheid Waterdoorlatende varianten	Kostprijs is lager dan gebakken straatstenen maar varieert o.a. i.f.v. kleuring Onderhoudskosten zijn beperkt

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
	-	Grote drainagevoegen verminderen loop- en fietscomfort. Hoe groter de elementen (minder voegen) hoe hoger het loop- en fietscomfort	Onkruidgroei mogelijk indien open voeg Beperkt water- en luchtdoorlatend met uitzondering van waterdoorlatende betonelementen Geluidsoverlast indien gebruikt door gemotoriseerd verkeer Waterdoorlatende varianten houden risico's in door uitspoeling effluenten (roet, dooizouten, ...) Kans op verkleuring	Van 21 tot 30 euro
	!	Hoog comfortgehalte hoewel moeilijk volledig vlak te leggen Integraal toegankelijk	Omwille van kleur- en vormvariatie vaak landschappelijke integratie mogelijk	Gemakkelijk herstel na kabel- en leidingwerkzaamheden
Gebroken betonpuin	+	Wandelpad, fietspad, parking, multifunctionele weg	Secundaire grondstof* (beperkt transport) Waterdoorlatend	Van 11 tot 20 euro
	-	Ruiters moeten galopperen vermijden (beschadiging van het wegdek)	Onzuiverheden mogelijk ondanks BENOR-keuring	Energiekost zit in vermaling van het product Onkruidbeheersing
	!	Integraal toegankelijk wanneer een fijne gestabiliseerde fractie toegepast wordt	Biedt alternatief voor gespleten primaire fracties Beeld vergelijkbaar met grijze natuursteenfracties	/
Asfalt	+	Wandelpad, fietspad, parking, plein, multifunctionele weg	Lange levensduur maar beperkter dan beton Geen erosiegevoeligheid	Van 11 tot 20 euro Onderhoudskosten (reparaties en regulier onderhoud) zijn beperkt maar zijn afhankelijk van de intensiteit van het gebruik
	-	/	Bitumen is een oliederivaat Hoog energieverbruik bij aanleg (hoge temperatuur) Geen hergebruik (als toplaag) mogelijk Niet tot beperkt water- en luchtdoorlatend	/
	!	Hoog comfortgehalte Lage rolweerstand voor fietsers Integraal toegankelijk	Grijze en onnatuurlijk strakke toplaag Natuurlijke bestrijking van asfalt mogelijk met granulaten	Asfalt is moeilijk te herstellen na kabel- en leidingwerkzaamheden

Materiaal		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Gebroken asfaltpuin	+	Fundering (vermenging tot maximum 40%)	Secundaire grondstof*	Minder dan 10 euro
	-	/	Bitumen is een oliederivaat Energiekost zit in vermaling van het product en scheiding van granulaat en bitumen door verhitting	/
	!	/	/	/

Tabel 4.1 Sterkte-zwakteanalyse voor toplagen

Constructies		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Houtelementen	+	Knuppelpad* (rondhout), vlonderpad* (planken) Andere constructies zoals bruggen, afsluitingen, barelen, ...	Gecertificeerd hout is meestal vlot verkrijgbaar Hernieuwbare grondstof Water- en luchtdoorlatend In kwetsbare gebieden wordt de recreatieve impact geconcentreerd door de aanleg van een vlonderpad	/
	-	Comfort kan dalen door gladheid en mosvorming	Inlandse producten nog maar beperkt op de markt en bijgevolg meestal veel transport vereist De aanleg kan aanzienlijke impact veroorzaken (biotische en abiotische verstoring) Onderhevig aan verrotting (naargelang duurzaamheidsklasse* ca. 2 tot 20 jaar)	Meer dan 50 euro voor vlonderpad met heipalen Grote aanleg- en onderhoudskost (afhankelijk van levensduur)
	!	Vlonderpaden kunnen integraal toegankelijk zijn mits aangepaste dimensies en afrijdbeveiliging	Gebruik hout met duurzaamheidsklasse* I of II Kan in combinatie met (semi)kunststofelementen gebruikt worden	/
Semikunststof elementen	+	Wandelpaden (vlonderpaden), bruggen, trappen, vlonders Zowel draagconstructie als planken	Voorkomt verstoring bodem Gerecycleerd (houtafval) en/of recycleerbaar product Langere levensduur dan hout	Lagere onderhoudskosten dan hout Meer dan 50 euro
	-	/	/	
	!	Comfortgehalte hoger dan hout omdat gladheid beperkter is Vlonderpaden kunnen integraal toegankelijk zijn mits aangepaste dimensies en afrijdbeveiliging	Verkrijgbaar in verschillende kleuren en kan bijgevolg landschappelijk geïntegreerd worden	/

Construc-ties		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Kunststof elementen	+	Wandelpaden (vlonderpaden), bruggen, trappen, vlonders Zowel draagconstructie als planken Comfortgehalte hoger dan hout omdat gladheid beperkter is	Voorkomt verstoring bodem Gerecycleerd (integraal) en/of recycleerbaar product Langere levensduur dan hout	Lagere onderhoudskosten dan hout Meer dan 50 euro
	-	/	/	
	!	Comfortgehalte hoger dan hout omdat gladheid beperkter is Vlonderpaden kunnen integraal toegankelijk zijn mits aangepaste dimensies en afrijdbeveiliging	Verkrijgbaar in verschillende kleuren en kan bijgevolg landschappelijk geïntegreerd worden	/
Metalen elementen	+	Bruggen, metalen vlonder, trapconstructies Als verbindingsstukken, bouten, moeren en roosters, ...	/	Hoge aanlegkosten Meer dan 50 euro
	-	/	Beperkte levensduur in natte omstandigheden Geen natuurlijke uitstraling	/
	!	Integraal toegankelijk	/	/

Tabel 4.2 Sterkte-zwakteanalyse voor constructies

Bind-middelen		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Plantaardig bindmiddel	+	Wandelpad, fietspad, multifunctionele weg	Secundaire grondstof* Water- en luchtdoorlatend Niet erosiegevoelig Niet gevoelig voor wortelopdruk	Aanlegkost is zeer afhankelijk van toegepaste oppervlakte Kostprijs grondstoffen is niet bepalend, wel onderhoud machinerie (gezien dagproductie) Grotere oppervlaktes nastreven
	-	/	Vorstgevoeligheid vermindert levensduur	Grote onderhoudskost bij barstvorming: openingen in de verharding vullen zich met stof en vormen ideale groeiplaatsen voor onkruid

Bind-middelen		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
	!	Hoog comfortgehalte Integraal toegankelijk	Landschappelijke integratie mogelijk door transparante kleur	/
Synthetisch bindmiddel	+	Wandelpad, fietspad, pleintjes	Water- en luchtdoorlatend	/
	-	/	Niet recycleerbaar	/
	!	Hoog comfortgehalte Integraal toegankelijk	Landschappelijke integratie mogelijk omwille van transparante kleur	/
Bitumen	+	Fietspad, multifunctionele weg	/	/
	-	/	Bitumen is een oliederivaat Hoog energieverbruik bij aanleg (hoge temperatuur) Geen hergebruik (als toplaag) mogelijk Niet tot beperkt water- en luchtdoorlatend	/
	!	Hoog comfortgehalte Integraal toegankelijk	/	/

Tabel 4.3 Sterkte-zwakteanalyse voor bindmiddelen

Verstevigingen		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
Grasbetontegels	+	Wandelpad, fietspad, parking, multifunctionele weg	Waterdoorlatend Lange levensduur (ca. 15 jaar)	Van 21 tot 30 euro
	-	Verzakkingen van de tegels veroorzaken niveauverschillen en bijgevolg comfortverlies	Goede onderbouw voorzien om levensduur van gras in tegels te garanderen (water en licht)	Grote onderhoudskost bij extensief gebruik door noodzaak maaiwerken
	!	Niet integraal toegankelijk	Landschappelijke integratie mogelijk	/
Grastkunststofplaten	+	Wandelpad, fietspad, parking, multifunctionele weg	Waterdoorlatend Lange levensduur Gerecycleerd (afhankelijk van fabrikant) en/of recycleerbaar product	Van 31 tot 40 euro
	-	/	Erosiegevoelig (wegspoelen teelaarde)	Grote onderhoudskost (moeilijk herstel bij verzakkingen)

Verstevi-gingen		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
	!	Niet integraal toegankelijk Beloopbaar en/of berijdbaar, maar enkel HDPE-platen geschikt voor zwaar verkeer	Landschappelijke integratie mogelijk naargelang vulling	Kost afhankelijk van vulling
Geocellen	+	Fixatie funderingsmateriaal	Voorkomen van erosie Lange levensduur Waterdoorlatend	Minimaal van 11 tot 20 euro, kostprijs afhankelijk van de hoogte
	-	/	/	/
	!	/	/	/
Geogrid	+	Grondstabilisatie Toegankelijk maken van instabiele/verdichtinggevoelige ondergrond	Gebruik kan de benodigde hoeveelheid funderingsmateriaal drastisch reduceren en/of de drukverdeling optimaliseren Lange levensduur Waterdoorlatend	Minder dan 10 euro
	-	/	/	/
	!	/	/	/
Geotextiel	+	Tegengaan vermenging verschillende materialen Efficiënt anti-worteldoek*	Lange levensduur Waterdoorlatend (kan afnemen door verslemping)	Minder dan 10 euro
	-	/	Niet-herbruikbaar	/
	!	/	Door het vermijden van vermenging wordt het aanvullen met allochtoon materiaal op termijn gereduceerd	/
Kunststof matjes	+	Parking, multifunctionele weg	Water- en luchtdoorlatend In principe herbruikbaar	Van 21 tot 30 euro bij aanwezigheid van een goed drainerend en draagkrachtig zandpakket Van 31 tot 40 euro wanneer een zandfundering moet aangelegd worden (prijs inclusief teelaarde, gras en grondbewerkingen)
	-	/	/	/
	!	/	Vezels zijn niet zichtbaar in grastapijt dus landschappelijke integratie mogelijk	/

Tabel 4.4 Sterkte-zwakteanalyse voor verstevigingen

Opsluitingen		Gebruik	Duurzaamheid	Kostprijscategorie per m² excl. BTW en uitgraving
	+	Wandelpad, fietspad, parking, plein gemaakt van losliggend materiaal of elementenverharding	Opsluitingen verhinderen dat het verhardingsmateriaal zich naar de omgeving verspreidt.	Beton, hout, metaal en natuursteen (in volgorde van toenemende kostprijs) Kosten gekoppeld aan beheer van de randen verminderen bij gebruik van boordsteen
	-		Omwille van contact met ondergrond is hout minder duurzaam dan andere opsluitingen. Betonproducten werken sterk hygroscopisch. Om te verhinderen dat planten en grassen minder goed groeien langs betonelementen, is het aangewezen af te strijken met bruine houtteer (gedistilleerd uit pijnbomen).	/
	!	Betonnen boordstenen kunnen ook verlaagd aangelegd worden zodat deze niet zichtbaar zijn maar wel de verharding (bv. betonstraatstenen) opsluiten Een opsluiting kan zorgen voor geleiding van slechtzienden	In natuurlijke omgevingen de toepassing beperken tot elementenverhardingen en situaties waar een zijdelingse steun aan de verharding onvermijdelijk is (opbouw boven het maaiveld). Om perfect bochtenwerk in bandijzer te verkrijgen, moet het koud gewalst worden om de spanning in het metaal weg te nemen.	De kostprijs is te evalueren in functie van de meerwaarde: geen opsluiting maakt een verharding goedkoper.

Tabel 4.5 Sterkte-zwakteanalyse voor opsluitingen

Ontwerprichtlijnen volgens gebruikerstype

Deel 5

5

5 Ontwerprichtlijnen volgens gebruikerstype

In dit hoofdstuk formuleren we enkele ontwerprichtlijnen en aandachtspunten bij het ontwerp van paden en verhardingen in functie van het vooropgestelde gebruik. We gaan daarbij nader in op materiaalkeuze, maatvoering en ruimtelijk ontwerp. Technische aspecten bij het ontwerp van de verschillende types paden en verhardingen worden in hoofdstuk 6 uitgewerkt.

5.1 Materiaalkeuze

In onderstaande tabel wordt een synthese gemaakt van welke verhardingsmaterialen in aanmerking kunnen komen om een verharding aan te leggen in functie van een specifiek gebruikerstype. De afweging of een verhardingsmateriaal in aanmerking komt behoeft echter voldoende reflectie. Nuances zitten in onderstaande tabel niet verwerkt. Continue afstemming met de informatie die is opgenomen in de sterkte-zwakteanalyse is daarom van belang bij het nemen van verdere beslissingen inzake (technisch) ontwerp.

Gebruikerstype	Zand/Zandleem/Grond	Ternair mengsel	Ongefundeerd gras	Gefundeerd gras	Schelpen	Kleischelpen	Natuursteenelementen	Gespleten primaire fracties	Grind	Houtsnippers/boomschors	Houtelementen	Gebakken straatstenen	Gebroken kleipuin	Cementbeton	Betonelementen	Gebroken betonpuin	Asfalt
Wandelaars	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rolstoelgebruikers		X				X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
Fietsers		X				X		X				X	X	X	X	X	X
Mountainbikers	X							X					X			X	
Ruiters/menners	X							X									
Dienstenverkeer		X		X			X	X				X	X	X	X	X	X
Plein	X	X	X	X			X	X				X		X	X		
Parking		X		X			X	X				X	X	X	X	X	X

Tabel 5.1 Kruistabel tussen gebruikerstype en verhardingsmateriaal

5.2 Maatvoering en ontwerp

De aanwezigheid van paden en verhardingen in groengebieden heeft ongeacht het materiaal en uitvoering altijd invloed op de omgeving. Het is dan ook van belang te vermijden dat paden overgedimensioneerd worden. Anderzijds bestaat de kans dat bermen naast paden die te smal aangelegd zijn, beschadigd worden. Bermen (al dan niet verstevigd) kunnen een bewuste uitwijkmogelijkheid bieden voor gebruikers. Bij het ontwerp van nieuwe paden zal steeds een juiste inschatting gemaakt moeten worden van de benodigde breedte om het gebruik van een pad en de invloed op de omgeving in evenwicht te brengen. Volgende parameters bepalen de maatvoering:

Gebruikerstype
De maatvoering van paden zal in eerste instantie bepaald worden door de gebruiker en de functie van de verharding. Waar mogelijk en opportuun worden paden zo gedimensioneerd dat twee wandelaars of fietsers elkaar kunnen kruisen of naast elkaar kunnen wandelen en rijden. Per type pad is in onderstaande figuur de aangewezen maatvoering aangegeven. We wensen echter te nuanceren dat dergelijke richtlijnen niet altijd en overal moeten gerespecteerd worden. Er moet nog steeds volgens de context en wenselijkheid een inschatting gemaakt te worden.

Comfort en frequentie van gebruik
Afhankelijk van het type groengebied zullen de vereisten op het vlak van comfort en dus ook maatvoering van paden verschillen. Zo zal bijvoorbeeld in gebieden waar grote aantallen wandelaars verwacht worden de padeninfrastructuur hierop aangepast moeten worden om de verstoring van het groengebied te minimaliseren en het comfort van de bezoekers te verzekeren.

Padenhiërarchie (hoofdpaden, secundaire paden en nevenpaden)
Aan de hand van maatvoering en materiaalgebruik kan aan de verschillende paden in een groengebied een hiërarchie gegeven worden. Door het toepassen van een dergelijke padenhiërarchie kunnen bijvoorbeeld grote aantallen bezoekers geweerd worden uit de meest kwetsbare gebieden. Hoofdpaden kunnen bijvoorbeeld met een breedte van 3 m worden aangelegd en daardoor tevens dienst doen als onderhoudspad. Voor secundaire paden waar geen verkeer over hoeft, kan een breedte van bijvoorbeeld ongeveer 1,5 of 1,8 m volstaan.

Oriëntatie
Een verschillende vormgeving van de verschillende paden in een groengebied kan ook helpen bij de oriëntatie in het gebied (zie ook 2.2.2.2 Gebruikersconcepten).

Marge
Hieronder zijn per gebruikerstype de belangrijkste richtlijnen aangegeven, afgestemd op de gebruiker. Het is de taak van de ontwerper en beheerder om een goede balans te vinden tussen de wensen en richtlijnen van gebruikers en het beperken van impact op de omgeving.

5.2.1 Wandelpaden

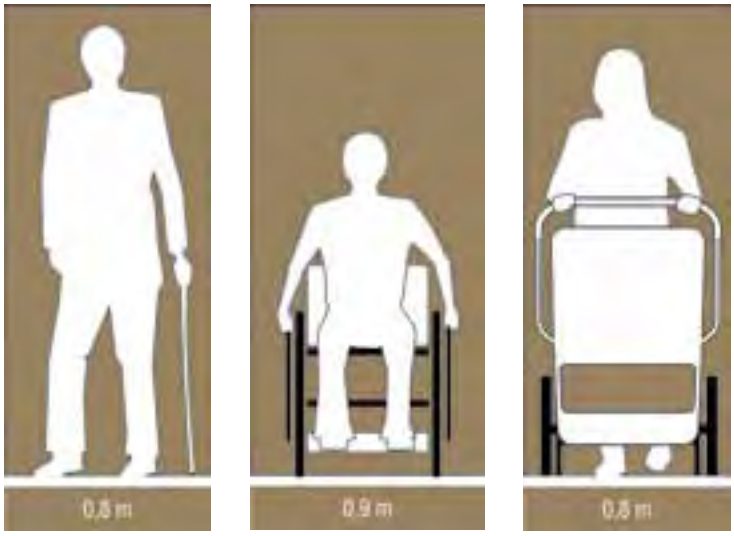
In principe hoeft een wandelpad niet breed te zijn. Volgens de ministeriële omzendbrief[1] kan iemand een pad met een obstakelvrije breedte van ongeveer 0,7 m vlot bewandelen en eventueel een andere wandelaar passeren. Wanneer de voetganger echter één of twee tassen of zakken draagt, hij met een paraplu stapt of gebruik maakt van een wandelstok om te stappen (bv. oudere mensen), dan is er snel een breedte van 0,8 m vereist. Ook in het Vademecum Voetgangersvoorzieningen[2] wordt 0,8 m als basismaat gehanteerd.

1 Ministeriële omzendbrief van 21 maart 1996 over de voetgangers in het verkeer met betrekking tot de minimale normen van voetgangersvoorzieningen
2 Vademecum Voetgangersvoorzieningen (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Wegen en Verkeer, Afdeling Verkeerskunde)

Voor een rolstoel is een minimale breedte van 0,9 m nodig. Alhoewel de rolstoel zelf een breedte heeft van 0,7 m, is er aan weerszijden nog minstens 0,1 m nodig om de rolstoel met de hand voort te bewegen (zie figuur). Een kinderwagen vereist een breedte van 0,8 m.

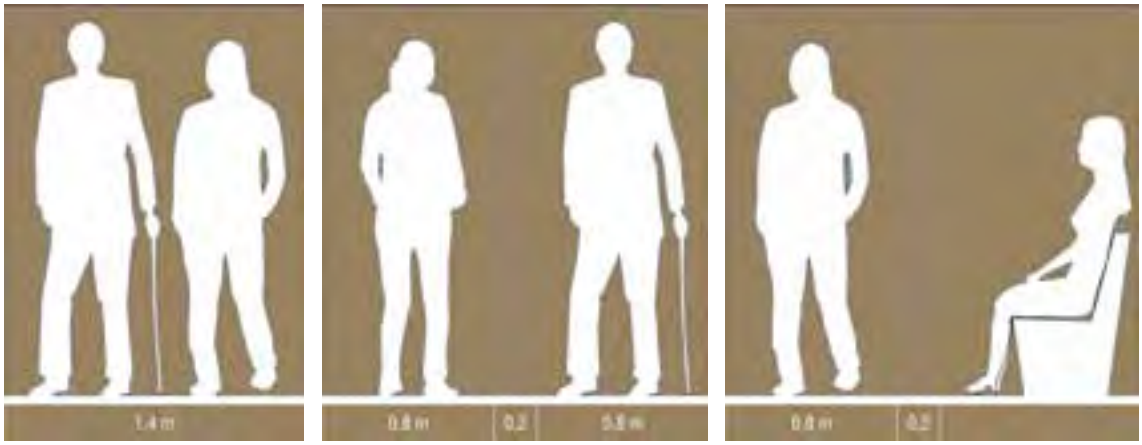
Een onverhard wandelpad langsheen een waterloop
Foto: Trage Wegen vzw

Het aanwijzingsbord A00 is volgens het toegankelijkheidsbesluit van toepassing op de gewone voetganger, de rolstoelgebruiker en de fietser die jonger is dan 9 jaar.



Minimale breedtes voor wandelaars, rolstoelgebruikers en kinderwagens conform het Vademecum Voetgangersvoorzieningen

Een breedte van minimaal 1,4 m is nodig wanneer twee wandelaars samen over het pad willen wandelen. Voetgangers die in tegengestelde richting lopen, zullen ten opzichte van elkaar steeds een zekere privacyafstand bewaren. Deze privacyafstand bedraagt circa 0,2 m. Om dezelfde reden is er voldoende afstand nodig als er naast het pad een bank, infobord of schuilhut wordt geplaatst.



Minimale breedtes voor paden waar verschillende wandelaars elkaar kruisen

De maatvoering die hier aangehaald wordt, kan beschouwd worden als een minimale vrije doorgang. Sowieso bestaat er een enorme variatie in ontwerp en uitwerking, afhankelijk van de doelstellingen inzake de bezoekersdruk, het comfortgehalte, de graad van avontuurlijkheid, ...

5.2.2 Fietspaden

Fietspaden zoals deze in groengebieden voorkomen, zijn ofwel een fietsweg ofwel een vrijliggend fietspad. In het Vademecum Fietsvoorzieningen[3] is de maatvoering van de verschillenden types fietspaden terug te vinden. Naast de breedte zijn voor fietsers vooral de vlakheid, de stroefheid en de afwatering van de verharding bepalend voor het comfort en de veiligheid.

De eisen voor functionele fietspaden (bv. woon-werkverkeer) zijn verschillend van deze voor toeristisch-recreatieve fietspaden. Om in aanmerking te komen voor subsidies van het Fietsfonds moeten de fietspaden voldoen aan de eisen gesteld in het Vademecum Fietsvoorzieningen. Niet enkel de breedte van het fietspad is hierbij van belang, tevens wordt er veel aandacht besteed aan het comfort van de gekozen verharding. De paden moeten in principe het hele jaar door berijdbaar zijn. Toch mogen deze subsidies geenszins een stimulans zijn om enkel paden (en begeleidende infrastructuur zoals bv. verlichting) die voldoen aan deze kwaliteitseisen, aan te leggen in groengebieden.

3 Vademecum Fietsvoorzieningen van Mobiel Vlaanderen (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Wegen en Verkeer, Afdeling Verkeerskunde)

5.2.2.1 Fietsweg

Een fietsweg is een in eigen bedding aangelegde weg die geheel onafhankelijk is van het tracé van een verkeersweg (bv. fietsweg op verlaten spoorwegbeddingen, jaagpad, ...).
Volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen is voor fietswegen (met tweerichtingsverkeer) een minimumbreedte van 2,5 m noodzakelijk.
Het is wenselijk in groengebieden met een extensief gebruik hiervan af te wijken. De voorkeur gaat in de regel uit naar smallere paden. Omwille van duurzaamheidsredenen (materiaal- en energiegebruik, onderhoud, verstoring, ...) en hoge kosten is het aanleggen van brede paden doorheen groengebieden niet wenselijk.
Een fietser zelf heeft een breedte van ongeveer 0,75 m en heeft door mogelijke koersafwijkingen minstens 0,8 m nodig. Een pad van 0,8 tot 1 m kan dus voldoen als extensief enkelrichting fietspad. Voor een tweerichting fietspad kan in theorie best 1,6 tot 2 m voorzien worden. Wanneer het gebruik echter zeer extensief is, kan een minder breed fietspad volstaan omdat de kans op tegenliggers beperkt is.

Aanwijzingsbord A01 conform het toegankelijkheidsbesluit

Bord F99a van de wegcode duidt een weg aan die voorbehouden is voor het verkeer van voetgangers, fietsers en ruiters. Het verkeersbord mag aangepast worden volgens de categorie(ën) van weggebruiker(s) die tot deze weg is (zijn) toegelaten.

Een verharde fietsweg langsheen een waterloop

5.2.2.2 Vrijliggend fietspad

Dit type fietspad komt minder vaak voor in groengebieden. Een vrijliggend fietspad is een fietspad gelegen naast een rijbaan en fysiek gescheiden van de rijbaan door een veiligheidsstrook van minimaal 1 m. Het fietspad mag of kan niet door rijdend verkeer worden gebruikt (een verhoogde berm, groenstrook, parkeerstrook, ... verhindert dit). Van een vrijliggend fietspad kan ook gesproken worden wanneer de veiligheidsstrook een beperktere breedte heeft maar voorzien is van een duidelijke verticale fysieke scheiding (haag, scherm, muurtje, vangrails, ...) die het berijden door gemotoriseerd verkeer verhindert.

Deze vrijliggende fietspaden voor éénrichtingsverkeer hebben volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen minimaal een breedte van 1,50 m, bij voorkeur eerder een breedte van 1,75 m of meer. Voor tweerichtingsverkeer is de minimale breedte die nodig is 2 m, bij voorkeur een breedte van 2,5 m of meer. Van deze maatvoering kan afgeweken worden als het gaat om fietspaden waarvoor geen subsidie van het Fietsfonds wordt aangevraagd. Dezelfde richtlijnen als aangegeven bij fietswegen kunnen hiervoor toegepast worden.

Bord D7 van de wegcode duidt een fietspad aan.

Vrijliggend fietspad langsheen de openbare weg

5.2.3 Mountainbikepaden

Technische richtlijnen voor het ontwerp van mountainbikepaden bestaan niet. Paden voor mountainbikers hebben niet dezelfde breedte nodig als de traditionele fietspaden. Zij zullen voornamelijk achter elkaar fietsen, waardoor een beschikbare breedte van 1,2 tot 1,5 m dan ook voldoet. Wanneer paden smaller gemaakt worden dan bv. 1 m, bestaat de kans dat de bermen stuk gereden worden. De mountainbikes zijn immers ontworpen om ook door ruw terrein zoals (gras)bermen te kunnen rijden.

Bij de uitwerking van een mountainbikepad is de tracékeuze van zeer groot belang. De geschiktheid en aantrekkelijkheid hangt immers zeer sterk af van de abiotiek en de landschapsbeleving. De voorkeur

gaat uit naar onverharde paden. Paden van gespleten primaire fracties en ook graspaden zijn gevoelig voor spoorvorming bij het remmen van mountainbikes. Drassige plaatsen moeten vermeden worden omdat daar een groot risico bestaat op de vorming van parallelle tracés. Paden met veel variatie (reliëf, landschap, technische moeilijkheidsgraad, ...) zijn zeer aantrekkelijk.

Mountainbikepad
Foto: BLOSO

5.2.4 Ruiterpaden – Mennerpaden

Een bereden paard is maximaal 0,9 m breed. Een ruiterpad moet dus minimaal 1 m breed zijn om achter elkaar in één richting te rijden en 1,75 m breed op passeerplekken. Bij een mennerpad wordt de breedte van het gespan als uitgangspunt gebruikt. Een mennerpad moet dus minimaal 2 m breed zijn en 3,5 m op passeerplekken. De vrije doorrijhoogte voor ruiters en menners moet 3 m bedragen. Daartoe is vaak een onderhoudssnoei noodzakelijk.
Het type verharding is bij voorkeur een droge veerkrachtige bodem. In de praktijk betekent dit dat onverharde paden van zand met enkele procenten leem of organisch materiaal ideaal zijn. Kuilen, plassen, boomwortels, keien of scherpe stenen (puin) worden als onaangenaam ervaren. Bij de tracékeuze moeten deze ongemakken vermeden worden om te verhinderen dat de paden ongewenst verbreden.
Indien drainage een probleem vormt, kan er voor een halfverharding gekozen worden. In dat geval is het aanbrengen van een fundering en geotextiel wenselijk.

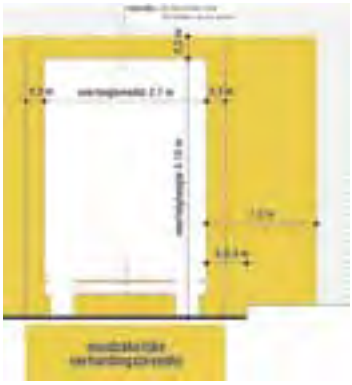
Artiestenpad voor ruiters (Oosthoekduinen, De Panne)
Foto: ANB

Aanwijzingsbord A03 voor gespannen conform het toegankelijkheidsbesluit

Aanwijzingsbord A02 voor ruiters conform het toegankelijkheidsbesluit

5.2.5 Dienstwegen

Voertuigen waarmee vaak rekening moet gehouden worden in de context van groengebieden zijn vrachtauto's (tot 2,7 m breed en 4,1 m hoog) en landbouwvoertuigen of tractoren (tot 3 m breed en 4 m hoog).



De benodigde marges langsheen dienstwegen

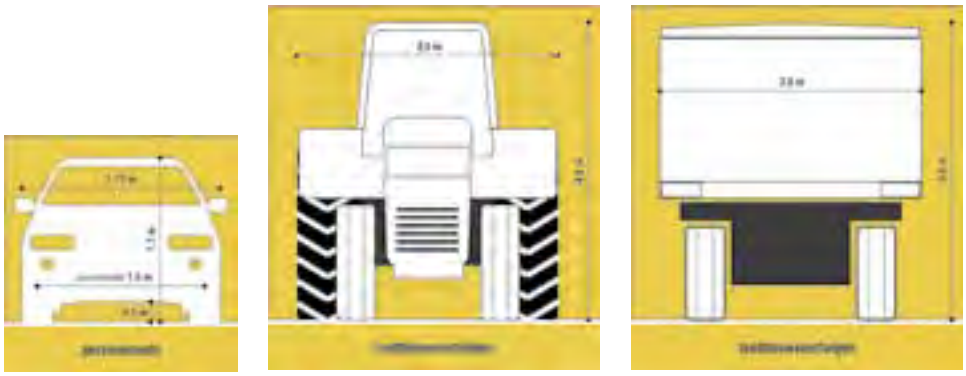
Naast de breedte van de voertuigen dient tevens rekening gehouden te worden met een aantal extra marges om de breedte van een weg te bepalen. Deze zijn:

- 0,15 tot 0,30 m aan twee zijden als ruimte ten behoeve van zijdelingse bewegingen tijdens het rijden;
- tot 0,4 m extra ruimte tussen het voertuig en de boordstenen;
- 0,7 tot 1 m als ruimte voor obstakelvrees ten opzichte van voorwerpen (lichtmasten, bomen, paaltjes, ...).

Dit resulteert in een minimale breedte van 3,95 m voor éénrichtingsverkeer. Bij tweerichtingsverkeer moet er 0,30 à 0,60 m afstand tussen voertuigen in tegengestelde richting zijn. In de bochten van de weg moet nog wat extra marge voorzien worden.

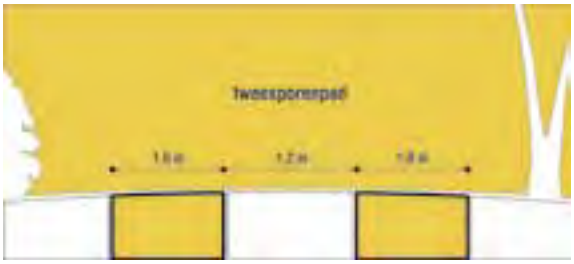
5.2.6 Tweesporenpaden

Voor de maatvoering van tweesporenpaden dient de spoorbreedte van voertuigen als ontwerpuitgangspunt. De auto heeft de smalste spoorbreedte en een landbouwvoertuig de breedste. Er dient hierbij aandacht te zijn voor voldoende uitbreiding van de verharding op kruispunten en in bochten, aangezien de bochtstralen van de verschillende gebruikers kan uiteenlopen. Zo moet de middenberm vaak bijkomend verhard worden op de plaats waar er kruisingen of afbuigingen zijn. Verder kan het ook wenselijk zijn de bermen langsheen dergelijke wegen bijkomend te verstevigen, bijvoorbeeld door het inwerken van geocellen onder de toplaag.



De dimensies van personenauto's en landbouw-voertuigen

Bij voorkeur wordt een tweesporenpad zo gedimensioneerd dat meervoudig gebruik mogelijk is. Zo kan er bijvoorbeeld voor gezorgd worden dat de verharde stroken voldoende breed zijn voor fietsers en wandelaars.



De mogelijke dimensionering van een tweesporenpad

Tweesporenpad in cementbetonverharding
Foto: Trage Wegen vzw

Tweesporenpad in steenslag
Foto: Trage Wegen vzw

5.2.7 Multifunctionele wegen

Onder multifunctionele wegen kunnen heel wat types van wegen ondergebracht worden. Wat ze gemeen hebben is dat er steeds een gemengd gebruik op plaatsvindt, waarbij naast het mengen van verschillende recreatietypes vaak ook dienstenverkeer plaatsvindt.

Wanneer verschillende gebruikersgroepen bijeengebracht worden, moet er voldoende ruimte beschikbaar zijn om conflicten te vermijden en de omgeving te vrijwaren. De maatvoeringen voor de verschillende recreatietypes worden in de voorgaande paragrafen aangehaald. Voor gebruikersgroepen die niet verenigbaar zijn, dienen aparte tracés aangelegd te worden of dient er een duidelijke en fysieke scheiding tussen twee stroken van het pad aangebracht te worden.
Het ontwerp dient afgestemd te worden op de in ruimte grootste gebruiker, dit is vaak het gemotoriseerd verkeer.

5.2.8 Pleinen

Een plein is een open plek die toegankelijk is. Vaak dienen dergelijke ruimtes als onthaal- of rustpunten. Er zijn geen minimale of maximale afmetingen gekend om te voldoen als plein. Ook met de vormgeving van een plein kan de ontwerper alle kanten uit.

Pleintje met natuursteenkeien op de kruising van verschillende paden (Vlaams natuurreservaat De Sashul en de Vuurtorenweiden, Knokke-Heist)

In vele parken zijn de terrasjes bij horeca druk bezochte plekken (Middelheimpark, Antwerpen).

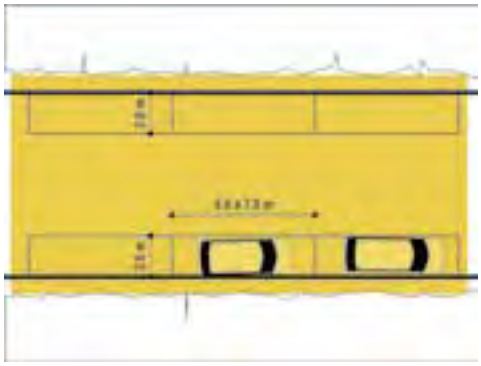
5.2.9 Parkings

5.2.9.1 Basistypes ontwerp

De belangrijkste aanbevelingen bij het ontwerpen van parkings worden hierna toegelicht voor drie basistypes van parkings: langs parkeren, haaks parkeren en gestoken parkeren.

Langs parkeren
Langs parkeren is parkeren evenwijdig aan de as van de rijweg of parkeerweg. De auto's parkeren zich dan in de rijrichting van de weg. Deze langsparkeervakken kunnen apart of in een strook langs één of twee zijden van de rijweg worden aangelegd.

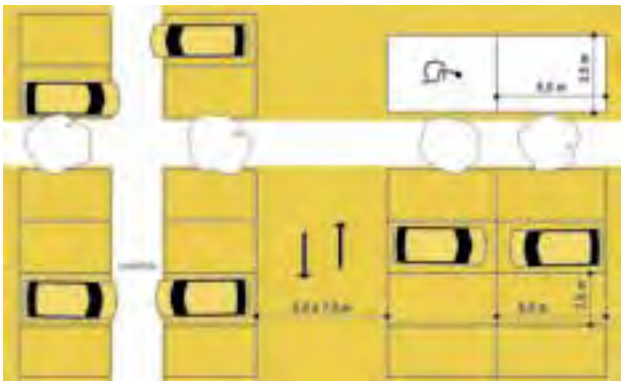
Een langsparkeervak is minimaal 2 m breed en 6 m lang. Er moet naast de parkeerstrook ruimte voorzien worden om in en uit te stappen zodat voorkomen wordt dat bermen beschadigd worden. Hiervoor moet bij voorkeur een halve meter beschikbaar zijn. Tevens dient deze zone als obstakelvrije ruimte voor het openen van de portieren van de auto. Er wordt voornamelijk voor langs parkeren gekozen wanneer geparkeerd wordt langs een rijbaan of wanneer enkel een strook met beperkte breedte beschikbaar is voor het voorzien van een parkeervak. Ook op de rijbaan zullen mensen in- en uitstappen. Openslaande portieren zijn gevaarlijk voor fietsers. De opstelling van langsparkeren is relatief gezien weinig efficiënt (in ruimte- en materiaalgebruik) omdat in verhouding tot het aantal parkeervakken een lange rijbaan nodig is.



Illustratie van langs parkeren

Haaks parkeren
Haaks parkeren is parkeren loodrecht op de rijbaan. De parkeervakken hebben een afmeting van 5 m lang en minimaal 2,3 m (bij voorkeur 2,5 m) breed. De rijweg is bij voorkeur 6 m breed om vlot in en uit de parkeervakken te kunnen rijden. Parkeervakken voor mensen met een handicap zijn minimaal 3,5 m breed en 6 m lang.

Op een haaks parkeervak is er slechts beperkt zicht op naderend verkeer en kinderen die tussen de auto's stappen.



Illustratie van haaks parkeren

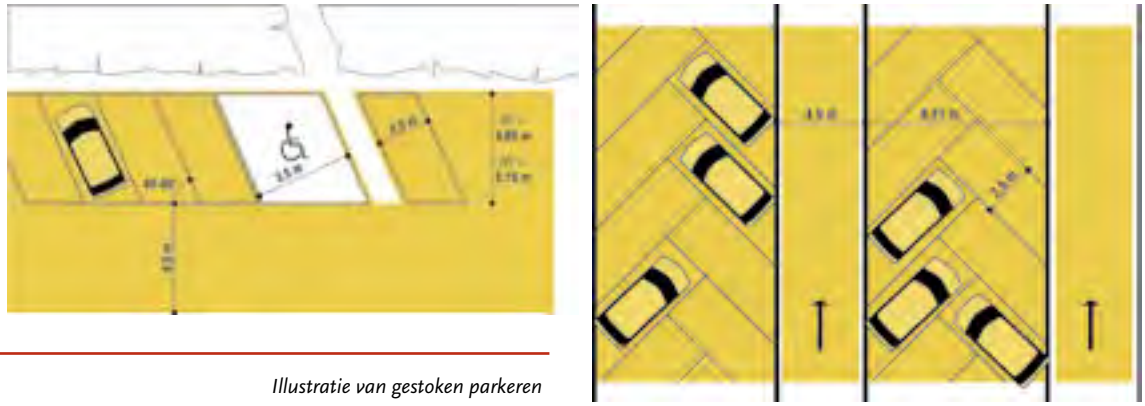
Voertuigen kunnen kops tegen elkaar gepositioneerd worden (rechts op de schets), maar het is ook mogelijk wandeldoorsteken te voorzien tussen de parkeerrijen in (links op de schets).

De diepte van de parkeervakken kan verminderd worden door het creëren van een overstek. Hierbij is het voorste deel van de auto gesitueerd boven de berm, die als wandeldoorsteek kan functioneren. Het aanbrengen van een stootband of verhoogde band is dan noodzakelijk zodat de automobilist niet verder het parkeervak kan inrijden.

Naast de eerste parkeervakken in de rij of naast plantvakken in de parkeerstrook kan extra ruimte voorzien worden voor in- en uitstappen en het openen van de portieren. Dit om te voorkomen dat beplanting en bermen beschadigd worden.

Gestoken parkeren

Gestoken parkeren is parkeren onder een parkeerhoek tussen 0° en 90° met de rijbaan. De manoeuvreerbeweging is eenvoudiger dan bij haaks parkeren. Wel bestaat ook bij deze methode een beperkt zicht op naderend verkeer. De breedte van de parkeervakken is minimaal 2,3 m, bij voorkeur 2,5 m. De diepte van de parkeervakken is afhankelijk van de parkeerhoek. De benodigde strook met parkeervakken is smaller dan deze bij haaks parkeren. Ook de rijbaan moet minder breed zijn, minimaal 4 m breed. De parkeervakken kunnen moeilijk voldoen aan de minimumvereisten qua diepte (6 m) voor mensen met een handicap, tenzij voldoende overstek over de aangrenzende berm mogelijk is.



Illustratie van gestoken parkeren

5.2.9.2 Opbouw

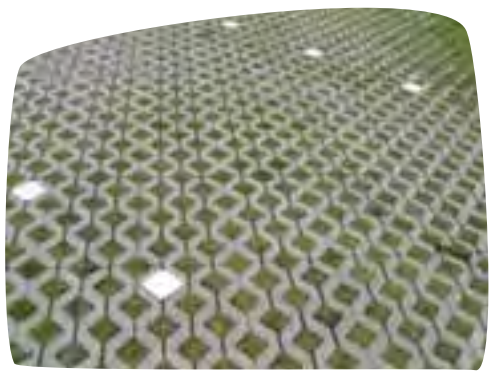
Een doordachte materiaalkeuze en opbouw van het profiel is noodzakelijk bij het ontwerp van een parking in een groengebied. Naast de aandachtspunten voor de opbouw voor elk van de verhardingsmaterialen (zie 6.1 Algemene technische aspecten van paden en verhardingen), zijn er een aantal specifieke aandachtspunten voor parkings:

- De belasting door gemotoriseerd verkeer (auto's, autobussen, trailers, ...) vereist een stevige opbouw van de verharding.
- De draaiende bewegingen door voertuigen zorgen voor een extra belasting op de verharding (door zijdelingse druk). In het geval van een elementenverharding moet er op deze plaatsen een goede opsluiting voorzien worden.

5.2.9.3 Markering van parkeervakken

Door de afzonderlijke parkeervakken op de parking te markeren, wordt de parking georganiseerd en zullen auto's zich (meestal) binnen de afgelijnde vakken parkeren. Zonder vakindeling zal altijd een capaciteitsverlies ontstaan door "slordig" parkeren. In groengebieden is het niet altijd noodzakelijk om elk parkeervak afzonderlijk af te lijnen met een opvallend of afwijkend materiaal. Wel is het noodzakelijk om aan te duiden waar de rijweg en waar de parkeerstrook gelegen is. Dit kan vormgegeven worden door middel van kleur- en materiaalgebruik. Ook met de situering van bijvoorbeeld beplantingsvakken of een afwateringsgoot kan een parkeerterrein afgebakend worden.

Parking (Kasteelpark Vordenstein, Schoten)



Er bestaan uiteenlopende methodes om parkeervakken te markeren zoals metalen plaatjes op grasbetontegels.

Een parkeervak voor mensen met een handicap moet aangeduid zijn met het bord E6 of het bord E9a voorzien van een onderbord met het Internationaal Toegankelijkheidssymbool. De paal waarop het bord is aangebracht en de achterzijde van het verkeersbord zijn bij voorkeur oranje van kleur[4].

Bord E6 van de wegcode duidt een parkeervak voor mensen met een handicap aan.

5.2.9.4 Beëindiging van parkeervakken

Bij gestoken en haakse parkeervakken bestaat het gevaar dat gebruikers hun auto te ver doorrijden in de berm of beplanting. Daardoor wordt de berm verdicht en bestaat de kans op spoor- en plasvorming. Bescherming van de zones rond de parkeervakken is nodig om dit te voorkomen. De meest eenvoudige oplossing is het aanbrengen van (licht verhoogde) opsluitbanden tussen de vakken en de berm of beplanting. Verder bestaan standaardelementen zoals stootbanden in beton en afzetpaaltjes. Deze elementen zijn zeer effectief, maar zijn erg beeldbepalend. Vooral op parkings aangelegd met natuursteengranulaten en gras kunnen deze elementen de natuurlijke uitstraling van de halfverharding verstoren. Ook vormen de elementen een obstakel voor een vlot beheer en bestaat de kans dat rond de elementen een ophoping van bladeren en kruiden ontstaat (aandachtspunt bij beheer). Natuurlijke alternatieven zullen minder storend zijn in de natuurlijke omgeving. Houten palen, hagen en subtiele afspanningen lopen echter vaak schade op door aanrijding.

Stootbanden renderen optimaal wanneer ze ter hoogte van de wielen liggen zodat de bestuurder "voelt" tot waar hij kan rijden. Bestuurders hebben geen zicht op elementen die niet boven de motorkap reiken. Daarom moeten ze zodanig gedimensioneerd zijn dat schade aan voertuigen voorkomen wordt (onder bumperhoogte; 0,10-0,15 m hoog) en moeten ze stevig gefixeerd zijn.

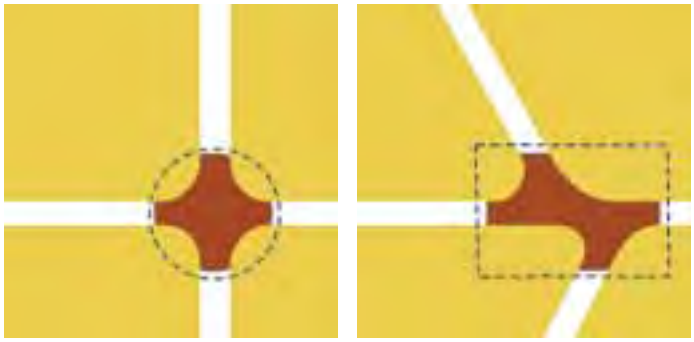
Voorbeeld van de uitvoering van een parking met betonnen stootbanden die tevens een suggestie van de parkeervakken vormen (Mijnsite, Beringen)

4 MB van 11.10.1976 waarbij de minimumafmetingen en de bijzondere plaatsingsvoorwaarden van de verkeerstekens worden bepaald en zijn bijlagen

Bij het aanbrengen van stootbanden moet er tevens rekening gehouden worden met de inplanting ten opzichte van bomen om schade aan bomen te voorkomen. Plant stootbanden of andere opsluitbanden in op minstens 1,5 m van de boomstam, gemeten vanaf de schors (niet vanaf het centrum van de stam) en hou rekening met de toekomstige diktegroei. Boordstenen en stootbanden die een zware fundering vragen, kunnen door boomwortels opgedrukt worden (zie ook het Technisch Vademecum Bomen).

5.3 Aandachtspunten bij het ontwerp van kruisingen van paden

Het ontwerp van een kruising van twee paden verdient meer aandacht dan louter de twee paden plaatselijk te laten overgaan in elkaar. Een haakse aansluiting van paden (dwars op elkaar) oogt op het eerste zicht het beste, maar functioneert in de praktijk meestal niet. Een veelvoorkomend probleem dat zich voordoet op kruisingen van paden is het beschadigen van de berm door het afsnijden van binnenbochten.



Door toepassing van bochtstralen ter hoogte van kruisingen kan beschadiging van bermen voorkomen worden (links). Per type voertuig zijn in de vakliteratuur afmetingen van bochtstralen bekend (zie o.a. publicaties CROW). Kruisingen kunnen ter bescherming van bermen en als vormgevingselement in verschillende vormen (en materialen) uitgevoerd worden (rechts).

Een eenvoudige oplossing voor dit probleem is het afronden van de hoeken met een bochtstraal. De grootte van de bochtstraal wordt afgestemd op het type van gebruik. Zo kan voor fiets- en voetpaden een kleine bochtstraal toegepast worden en voor exploitatiewegen een grote bochtstraal zodat vrachtwagens de berm niet beschadigen. Om de bermen, bomen en beplanting op hoeken van kruisingen extra te beschermen tegen zwaar verkeer worden ook wel palen of (rots)blokken gebruikt. Deze elementen zijn tevens verticaal en dus voor de chauffeur beter zichtbaar dan enkel de rand van de verharding. In groengebieden gaat de voorkeur uit naar het gebruik van natuurlijke materialen.

Vooral bij de kruising van fietspaden, ruiterpaden en paden voor beheer is het van belang dat ze goed zichtbaar en overzichtelijk zijn om conflictsituaties te vermijden. Overzicht kan verkregen worden door de bermen langs de kruisingen vrij te houden van opgaande beplanting. Recreanten kunnen dan tijdig anticiperen. Ook kan men een kruisingsvlak door een specifieke vormgeving, kleur en materiaalgebruik laten opvallen.

Technische aspecten bij het ontwerp van paden en verhardingen

Deel 6

6

6 Technische aspecten bij het ontwerp van paden en verhardingen

In dit hoofdstuk worden eerst algemene aspecten van het technisch ontwerp van paden en verhardingen uitgewerkt. Vervolgens worden per type pad of verharding praktische richtlijnen voor constructie en aanleg opgesomd.

6.1 Algemene technische aspecten van paden en verhardingen

6.1.1 Grondbalans

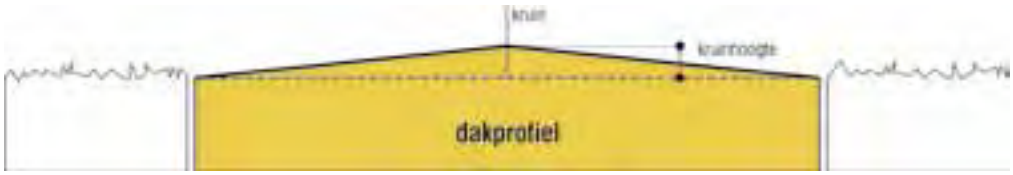
Bij de aanleg van paden en verharding zal in de meeste gevallen grond afgegraven worden of eventueel grond aangevoerd worden. De grondbalans is de verhouding tussen de aangevoerde en de afgevoerde grond. Er wordt preferentieel een evenwichtige grondbalans nagestreefd waarbij de hoeveelheid aangevoerde grond gelijk is aan de hoeveelheid afgevoerde grond. Zo kan de grond die uitgegraven wordt bij de aanleg van een pad aangewend worden op een andere plek in het groengebied. Door het hergebruik van grondstoffen in hetzelfde gebied wordt er bespaard op grondstoffen en transportkosten wat de realisatiekosten van de verharding drastisch kan verminderen. Om tot een evenwichtige grondbalans te komen moet hiermee reeds rekening gehouden worden bij de opmaak van een inrichtingsplan voor een groengebied.
Bij het hergebruik of het afgraven van grond moet altijd het VLAREBO (zie 8.1.9 Wetgeving Bodem) geraadpleegd worden. Bij grondverzet bestaat immers de kans dat bodemverontreiniging zich verspreidt (zie 1.2 Leeswijzer).

6.1.2 Wegprofiel

Om de waterafvoer van een pad te garanderen en plasvorming te vermijden, moet het pad steeds in profiel aangelegd worden. De afwatering van een pad of verharding kan naar twee zijden plaatsvinden of naar één zijde.

Vlak profiel
In uitzonderlijke gevallen wordt een verharding vlak of waterpas gelegd om regenwater de gelegenheid te geven om in de grond te infiltreren zodat het niet naar de randen afvloeit. Bijvoorbeeld bij een verharding van waterdoorlatende elementenverharding wordt er geen of slechts een zeer beperkte helling toegepast.

Dakprofiel
Het dakprofiel is het eenvoudigste wegprofiel waarbij de afwatering naar twee zijden gebeurt zoals aangegeven op onderstaande tekening. Het dakprofiel wordt vaak toegepast bij gesloten verhardingen zoals paden van asfalt en beton.

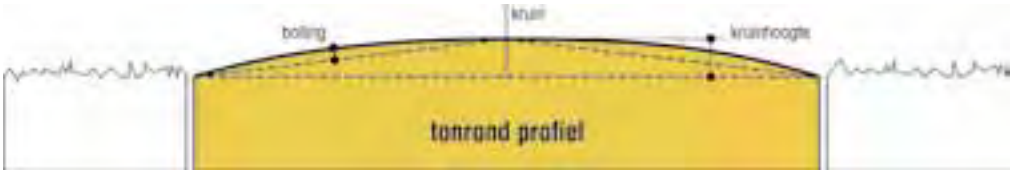


Illustratie van een dakprofiel

Tonrond
Wanneer het reliëf nagenoeg vlak is, wordt een pad meestal tonrond aangelegd. Dit profiel is hellend naar weerszijden. Bij het tonrond profiel is de kruin vlakker dan die van het dakprofiel: dit komt omdat elke wang* een bolling heeft.

De bolling (B) is de kruinhoogte (H) gedeeld door twee plus de kruinhoogte gedeeld door vier (B = H/2 + H/4).

De sterkte van de verharding zal toenemen naarmate de bolling groter wordt omdat de krachten beter verdeeld worden. Een pad wordt ook aangelegd met een tonrond profiel omdat voor het oog een vlak wegdek hol lijkt. Het pad wordt dus een beetje bol gemaakt zodat het voor het oog vlak lijkt.

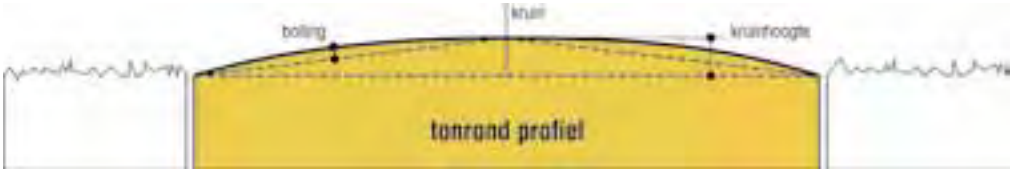


Illustratie van een tonrond profiel

Het tonrond profiel heeft één nadeel. Als de kruin van het profiel te vlak is en de wangen* te bol zijn, kan er water op de kruin blijven staan als de weg een aantal jaren is gebruikt. Doordat er water op het pad blijft staan, kan het pad bij vorst zeer glad worden.

Gewijzigd tonrond profiel
Het gewijzigd tonrond profiel lijkt op het tonrond profiel. Het verschil zit in de bolling van de wang*. De wang is bij het gewijzigd tonrond profiel minder bol.

De bolling (B) is kruinhoogte (H) gedeeld door twee plus één achtste van de kruinhoogte (B = H/2 + H/8). Dit type profiel wordt voornamelijk toegepast bij de constructie van elementenverhardingen.



Illustratie van een gewijzigd tonrond profiel

Verkanting
De helling die de verharding in dwarsrichting heeft, noemen we de verkanting (V). De verkanting is het aantal centimeters helling per meter in het dwarsprofiel. De verkanting (V; cm per meter) is tweemaal de kruinhoogte gedeeld door de wegbreedte (B; cm): V = 2 x H/B.

Meestal wordt een verkanting van 2 cm/m nagestreefd, wat overeenkomt met een hellingsgraad van 2%. Afhankelijk van de vlakheid en dichtheid van een materiaal, de situatie en het gebruik kan deze hellingsgraad afwijken.

Volgende punten zijn belangrijk om in overweging te nemen bij het bepalen van de verkanting:
- De verkanting moet groot genoeg zijn om het regenwater snel naar de kanten af te voeren en om plasvorming te vermijden.
- De verkanting mag niet zo groot zijn dat de gebruiker er hinder van heeft. Een te grote verkanting is gevaarlijk bij gladheid en loopt of fietst ongemakkelijk.

Verkanting kan toegepast worden bij de aanleg van nieuwe paden, maar kan ook toegepast worden bij paden waar zich problemen met de waterafvoer voordoen en herprofilering noodzakelijk blijkt. Verkanting wordt ook toegepast bij elementenverharding om te voorkomen dat er te veel water in het zandbed tussen de stenen doorsijpelt en het zand zijn draagkracht verliest.

Eenzijdige verkanting
Wanneer een pad een helling dwarst kan beter een hellend profiel naar één zijde worden toegepast. Men spreekt dan van een eenzijdige verkanting. Bij een verharding met eenzijdige verkanting zit het hoogste punt niet in het midden van de weg. Het hoogste punt is één van de twee kanten van de weg. Ook bij de eenzijdige verkanting kan de wang* een bolling hebben. Een profiel met eenzijdige verkanting wordt ook wel profiel op één oor genoemd.

Illustratie van een eenzijdige verkanting

6.1.3 Waterafvoer en drainage

Een gebrekkige waterafvoer en drainage is één van de meest voorkomende problemen bij paden en verhardingen en resulteert vaak in plasvorming en erosie door afstromend water.

Bij plasvorming zullen gebruikers de natte zones trachten te mijden, waardoor de betreden of bereden zones aanzienlijk kunnen toenemen. Ook de bermen zullen hierdoor gebruikt worden. Het ontstaan van bredere paden of de vorming van parallelle tracés zorgt voor een sterkere verstoring van de omgeving.

Erosie van paden is een gekend fenomeen dat toeneemt wanneer de hellingsgraad van het pad toeneemt. De afspoeling van bodem- of verhardingsmateriaal zal ook plaatsgrijpen als de verharding bestaat uit fijne losse fracties en als de infiltratie in de bodem beperkt is. Het gevolg is dat er putten en geulen kunnen ontstaan.

In de volgende paragrafen wordt er nader ingegaan op hoe de waterproblematiek kan benaderd en aangepakt worden.

6.1.3.1 Onderzoek van de site

Een goede kennis van de hydrografische toestand van het projectgebied is noodzakelijk voor de ontwikkeling van een duurzame oplossing.

In eerste instantie zal de grondwatertafel en de bodemopbouw van het groengebied bepalen of een goede en natuurlijke infiltratie van regenwater mogelijk is zonder bijzondere voorzieningen. Met een infiltratieonderzoek kan bepaald worden wat de waterdoorlatendheidscoëfficient (k-waarde) op de onderzoekslocatie is. Een nauwkeurig bepaalde k-waarde is van wezenlijk belang bij het dimensioneren van een infiltratievoorziening. Omdat de hydrografische eigenschappen zeer locatiegebonden (kwelzones, plaatselijke kleilagen, ...) zijn, is het van belang dit onderzoek op meerdere plaatsen op het geplande tracé van het pad uit te voeren.

Als blijkt uit onderzoeken dat de bodem een beperkt infiltratievermogen heeft, zullen (technische) oplossingen gezocht moeten worden voor de waterafvoer of -infiltratie.

Het is van belang reeds bij de planfase een inschatting te maken van de invloed van het gekozen drainage- of infiltratiesysteem op de bestaande hydrologische toestand.

Ten tweede kunnen de bestaande regenwaterstromen en aanwezigheid van oppervlaktewater in de omgeving invloed hebben op de waterafvoer maar ook op de duurzaamheid van de verharding. Bijvoorbeeld in gebieden met een uitgesproken reliëf kan afstromend regenwater tijdens natte pieken een verwoestende invloed hebben op verhardingen.

6.1.3.2 Oordeelkundig ontwerp

In de eerste plaats moet vermeden worden dat paden aangelegd worden op plaatsen die gevoelig zijn voor erosie. Er dient eerst naar alternatieve tracés van het pad gezocht te worden alvorens naar plaatselijke oplossingen gezocht wordt.

De instraling van zonlicht heeft een positieve invloed op de verdamping en dus ook op de levensduur van verhardingen.

Een oordeelkundig ontwerp van het pad met gepaste waterafvoer kan het probleem ook beperken. Bij voorkeur bedraagt de helling van een pad in de lengte maximaal 7%. Bij die hellingsgraad blijft het pad comfortabel bruikbaar en kunnen er waterbarrières voorzien worden. Bij een grotere helling neemt het gevaar op erosie toe. Er kan dan overwogen worden om de hellingsgraad te laten afnemen door bochten in het tracé aan te brengen. S-bochten zijn hierbij aan te bevelen (zie foto) omwille van landschappelijke overwegingen. Glooiende vormen accentueren immers hellende terreinen, terwijl bijvoorbeeld Z-bochten erg strak overkomen.

Een glooiend patroon van wandelwegen (Mijnsite, Beringen)

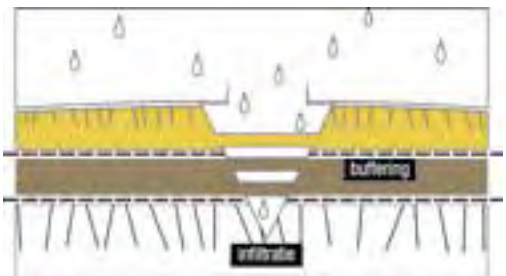
In laatste instantie kunnen constructies of verstevigingen aangebracht worden (zie 3.2 Overzicht van constructies en 3.4 Overzicht materialen ter versteviging van gras- en granulatenverhardingen).

6.1.3.3 Drainage- en infiltratiesystemen

Preferentieel wordt in groengebieden gekozen om regenwater lokaal te laten infiltreren. Dit kan op verschillende wijzen.

Waterbuffering binnen de verharding

De keuze voor een waterdoorlatende verharding (toplaag en ook fundering) is een uitgangspunt voor paden en verhardingen in groengebieden. Afhankelijk van de openheid van de verharding zal het regenwater al dan niet snel van de oppervlakte door de verharding naar de bodem sijpelen. Om plasvorming op verhardingen te vermijden, worden paden meestal tonrond aangelegd (zie 6.1.2 Wegprofiel). Bij uitzonderingen zoals verhardingen met gefundeerd gras moet dan weer vermeden worden dat regenwater te snel in de bodem verdwijnt. Hier is het tijdelijk vasthouden van regenwater wel gewenst, anders zal het gras snel verdorren bij droogteperiodes. Een juiste mix van substraat kan dit verhelpen (zie 6.2.3 Graspaden).

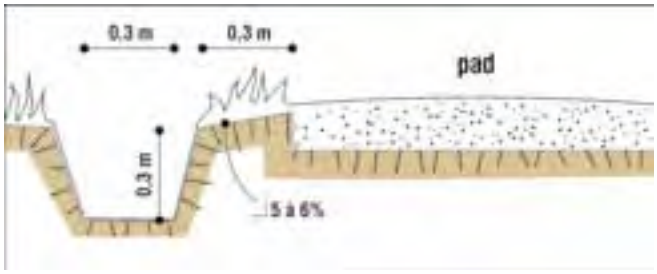


Illustratie van waterbuffering binnen de verharding

Drainagegeul of -greppel

De meest eenvoudige manier om regenwater van de verharding af te voeren is via afwatering naar de randen. Indien deze randen niet voldoende infiltrerend vermogen hebben, kunnen drainagegeulen of -greppels evenwijdig aan het pad een oplossing vormen. Door het aanbrengen van greppels kan water ter plekke opgevangen worden en heeft het water langer de tijd om in de ondergrond in te sijpelen. Via deze geulen kan ook het omliggend terrein afgewaterd worden.

Greppel langsheen een parking



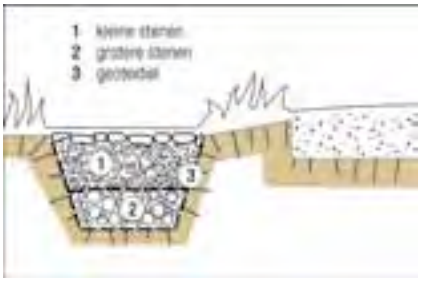
Uitvoering van een greppel

Goot

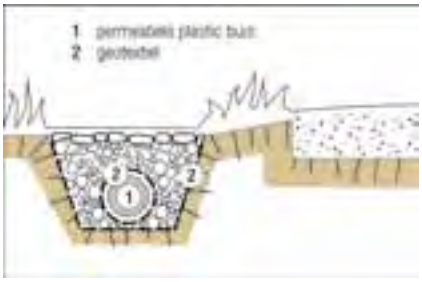
Een goot is een harde variant van de greppel en wordt voornamelijk toegepast in meer stedelijke gebieden waar een gesloten verharding of een elementenverharding is toegepast. Een goot kan in allerlei materialen en uitvoeringen aangebracht worden. Een goot heeft tot doel het water dat van het verhardingsoppervlak afstroomt te verzamelen en af te voeren naar bijvoorbeeld een wadi of een waterkolk die aangesloten is op de riolering (minder wenselijk in groengebieden). Afhankelijk van het profiel en de breedte van het pad wordt aan één of twee zijden een goot voorzien. Het is ook mogelijk om centraal (in de as van het pad) een goot te voorzien. Het pad dient dan met een hol profiel aangelegd te worden.

Grindsleuf

Indien het niet wenselijk is (bijvoorbeeld i.v.m. onderhoud) om greppels aan te leggen langs de paden, kan een grindsleuf een alternatieve oplossing bieden. Hierbij wordt aan één of beide zijden van het pad (afhankelijk van het profiel) een sleuf gegraven. Deze wordt na het aanbrengen van een geotextiel onderaan gevuld met granulaten van grotere fracties (ca. 32-56 mm). Boven de granulaten wordt het geotextiel dichtgeplooid om verslemping te vermijden. De openingen tussen de stenen zorgen voor de tijdelijke buffering van het regenwater. Afhankelijk van de gebruiksvormen op het pad wordt een andere afwerking nagestreefd. Voor dienstenverkeer is een fijne steenslag (2-24 mm) als afwerking het meest aangewezen. Voor zachter recreatief gebruik kan de grindsleuf eventueel met een dunne laag aarde afgedekt worden. Eventueel kan onderin de sleuf een geperforeerde buis zorgen voor een snellere afvoer van het water. Rond deze buizen wordt dan preferentieel ook nog een geotextiel aangebracht om verslemping te vermijden.



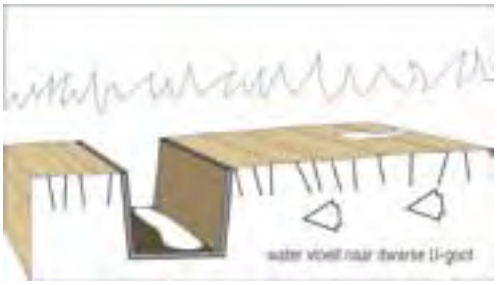
Uitvoering van een grindsleuf met twee verschillende fracties



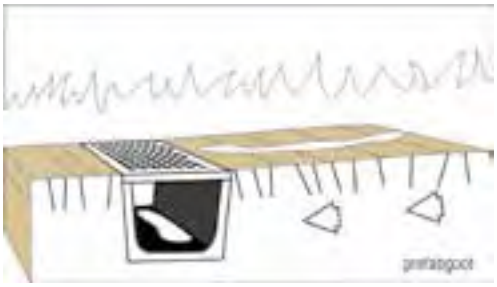
Uitvoering van een grindsleuf met een centraal gelegen drainagebuis

Waterbarrière of voorde

Een dwarse verbinding over het pad verbindt de twee greppels of geulen aan de zijkant van een pad. Deze waterbarrières of voordes worden toegepast op paden die dwars op een helling liggen of als verbinding naar bijvoorbeeld een wadi. Hiervoor kunnen geprefabriceerde betongoten toegepast worden of een ter plaatse geconstrueerde goot. Deze goten kunnen open zijn, de zogenaamde u-goot, zoals op de eerste tekening. Daarnaast bestaat ook een gesloten variant, bestaande uit een geprefabriceerde goot met metalen afdekrooster. Het voordeel van deze laatste oplossing is dat de gesloten goot geen barrière vormt voor rolstoelgebruikers en fietsers. Nadeel van de goten is dat ze kunnen verslempen met organisch, bodem- en verhardingsmateriaal. Regelmatig onderhoud is dus vereist.



Uitvoering van een open goot



Uitvoering van een gesloten goot

Kniks en dips
Vaak is het gebruik van waterbarrières niet aangewezen omdat het aanwezige granulaat of het plaatselijke bodemmateriaal de goten verstopt. Een simpele aanpassing van het profiel van een hellend pad op strategische plaatsen kan een oplossing bieden. Dit kan door het aanbrengen van een "knik" of een "dip". Een knik is een plaatselijke onderbreking van de berm (meestal gelegen in een buitenbocht) waarlangs afstromend water het wegprofiel uit kan stromen naar de omgeving toe. Een dip is een dwarse zone waar de helling uit het pad weg genivelleerd wordt tot een vrij vlakke strook die zacht hellend afwatert naar de berm toe om daar naar de omgeving toe af te wateren. Beide technieken vereisen veel kennis over de probleemlocaties.

Drainage-infiltratiebuis
Dit is een ondergronds gelegen buis met doorlatende en geperforeerde wand die dient voor afvoer van grondwater. De drainagebuis bestaat meestal uit hoogwaardig hard PVC met een volumineuze filter uit kokos of uit fijne polypropyleen voor een blijvende goede afwatering en lange levensduur. Hou er rekening mee dat het afgevoerde water elders naartoe moet. Buffering ter plekke is aangewezen, bijvoorbeeld door de aanleg van een wadi (zie 6.1.3.4 Specifieke oplossingen bij bijzondere hydrologische omstandigheden).

Illustratie van een drainagebuis met een filter uit kokos

Wadi's[1]
Een wadi is een (begroeide) verlaging in het maaiveld eventueel voorzien van een ondergelegen infiltratievoorziening voor de berging, reiniging, infiltratie en zo nodig afvoer van regenwater. Wadi's kunnen zowel lijnvormig als vlakvormig zijn vormgegeven. Het regenwater kan zowel bovengronds, via een goot of een greppel naar de wadi gevoerd worden of ook ondergronds, via een buis. De maatvoering van de wadi is afhankelijk van de hoeveelheid water die er naartoe geleid wordt en de mate waarin de bodem het water kan opnemen. Een wadi bestaat uit meerdere lagen. De toplaag van de wadi heeft een zuiverende werking. Na infiltratie komt het water in de ondergrond. Om een snelle infiltratie te krijgen, kan een ondergrondse infiltratievoorziening zoals een grindkoffer worden aangebracht. Vanuit deze grindkoffer infiltreert het water verder de bodem in.

Afwatering naar een wadi en infiltratie ter plekke

1 Interessante referentie: Gemeentelijk waterbeheer in het buitengebied, Handleiding voor een trendbreuk. Hugo Vanderstadt.

Infiltratiekoffers
Een infiltratiekoffer is een in de grond ingegraven kunststof krat waarop de afvoer voor regenwater, afkomstig van een parking of plein, wordt aangesloten. De infiltratiekoffer zorgt ervoor dat het hemelwater wordt geïnfiltreerd zonder dat de bodem dichtslibt. Om te voorkomen dat zand en gronddeeltjes in de constructie komen, wordt een filterdoek aangebracht. Verschillende infiltratiekoffers kunnen aaneengeschakeld worden tot een grotere constructie.

Aanleg van een constructie met infiltratiekoffers
Foto: Inverde

6.1.3.4 Specifieke oplossingen bij bijzondere hydrologische omstandigheden

Hoge grondwaterstand
In permanent natte gebieden is het gebruik van traditionele verharding en halfverharding geen aanrader. Gebrekkige afwatering, plasvorming en gladheid zijn enkele van de problemen die zich voordoen bij verhardingen in natte omstandigheden. Om een nat gebied gegarandeerd toegankelijk te houden gaat de voorkeur uit naar de toepassing van vlonderpaden*. De dekplanken van de paden worden dan boven de maximale grondwaterstand aangebracht, zodat het pad droog blijft.

Natuurlijke kwelzones
Kwelzones zijn kwetsbare gebieden met hoge natuurwaarden. Dit is een eerste reden om de aanleg van verharding in deze zones af te raden. Tevens zal de aanwezigheid van het water (en de opwaartse druk) de permanente toegankelijkheid van een pad op maaiveldhoogte bemoeilijken.

Overstromingsgebieden
In gebieden waar zich in korte tijd grote waterschommelingen voordoen, bestaat het gevaar van wegspoelen van aanwezige verhardingen. Ook hier bieden vlonderpaden een oplossing.

Grote hoogteverschillen
Ook groengebieden met grote hoogteverschillen vragen bijzondere aandacht ten aanzien van de aanleg van paden en verhardingen. Erosie en uitspoeling van verhardings- en funderingsmaterialen zijn problemen die zich hier voornamelijk voordoen. Hier moet gezorgd worden voor een goed tracé van het pad en een goede geleiding van het regenwater.

Holle wegen

Holle wegen zijn zelf het resultaat van een voortschrijdend erosiefenomeen. In de loop der tijden werden deze holle wegen vaak verhard. Omdat het water niet diffuus naar de omgeving kan afgeleid worden, is er een groot risico op uitspoeling. Remediëren kan door een aangepaste afwatering zoals een drainagegreppel of grindsleuf te voorzien, een drainerende matras als fundering te voorzien of het verhardingsmateriaal te verstevigen (bv. door gebruik van geocellen).

Holle weg die werd verhard met kasseien
Foto: Trage Wegen vzw

6.1.3.5 Watertoets

Elk initiatief waarvoor er een vergunning nodig is (een stedenbouwkundige vergunning, een milieuvergunning, ...) en elk plan moet vóór de goedkeuring aan de watertoets onderworpen worden.
De watertoets gaat na of het initiatief schadelijke effecten veroorzaakt als gevolg van een verandering in de toestand van het oppervlaktewater, het grondwater of de waterafhankelijke natuur. De beslissende overheid legt in de eerste plaats voorwaarden op om de schade te vermijden of zoveel mogelijk te beperken. Als dat niet kan, zal de beslissende overheid de uitvoerder verplichten de schade te herstellen. Is dit niet mogelijk, dan wordt de vergunning of de goedkeuring voor het plan of programma niet verleend.

Het spreekt voor zich dat in groengebieden gezocht wordt naar oplossingen die weinig of geen invloed zullen hebben op de bestaande toestand. Daarbij hoort ook een beperking van de hoeveelheid verharding. Verhardingen leiden immers tot versnelde afvoer van hemelwater wat voor problemen kan zorgen. Minder verhard oppervlak heeft tot gevolg dat bij het gemengde rioleringsstelsel de riolen bij regenbuien minder water tegelijk te verwerken krijgen.

6.1.4 Opbouw van de verharding

In de volgende paragrafen wordt de terminologie van de profielopbouw van een pad toegelicht. Verdere uitleg i.v.m. de terminologie van de opbouw is te vinden in het Standaardbestek 250 (SB250; zie 8.2.2 Evolutie van de wetgeving inzake normalisatie).

Door de plaatselijke omstandigheden zoals karakteristieken van de ondergrond, externe krachten, technische vereisten, ... is het echter niet mogelijk om een universele opbouw voor bestratingen te omschrijven.

Voorstelling van de verschillende onderdelen van een verharding

Baanbed
Dit is het gedeelte van de natuurlijke ondergrond onder de verharde gedeelten van de weg.

Onderfundering
Dit is het gedeelte van het baanlichaam dat tussen het baanbed en de fundering ligt en bestaat uit een of meer lagen, "onderfunderingslagen" genoemd.

Fundering
Dit is het gedeelte van het baanlichaam dat tussen de onderfundering (of het baanbed als de onderfundering ontbreekt) en de verharding ligt en bestaat uit één of meer lagen, "funderingslagen" genoemd.

Verharding
Dit is het gedeelte van het baanlichaam dat tussen de fundering en het baanoppervlak ligt en bestaat uit één of meer onderlagen en een toplaag, die samen "verhardingslagen" worden genoemd.

Resultaatseis
Het baanbed, de onderfundering, de fundering en de toplaag moeten een samendrukbaarheidsmodulus van respectievelijk 17 MPa (baanbed), 11 MPa (onderfundering), 35 MPa (fundering), 110 MPa (toplaag voor rijwegen) en 80 MPa (toplaag voor vrijliggende fietspaden en voetpaden) bezitten volgens het SB250.

De resultaatseisen in het SB250 zijn gericht op de hardere (wegen)infrastructuur. De meetmethode om te zien of aan de eis voldaan wordt, bestaat uit een plaatproef (drukmeting). Bij een onverhard wandelpad of een ruiterpad zijn die eisen niet aan de orde.

6.1.4.1 Baanbed

Om een goede verharding te verkrijgen, dient gestart te worden vanaf een draagkrachtige ondergrond. Dit is niet altijd het geval. Bij de aanleg van paden wordt dan ook vaak grond verzet omdat de ondergrond niet geschikt is of niet meer bruikbaar is, omdat hij zijn draagkracht en binding verloren heeft. Het afvoeren en storten van die ongeschikte of "versleten" grond en het aanvoeren van nieuwe grond jagen de kosten voor de aanleg van een pad aanzienlijk omhoog. Bovendien gelden strenge milieunormen voor het storten van grond. Om deze redenen is het gewenst om de uitgegraven grond in het groengebied zelf terug te gebruiken. Er zijn verschillende technieken om ongeschikte (onder)grond terug geschikt te maken.

Uitgraven en vervangen van ongeschikte gronden
Wanneer de ondergrond ongeschikt is, kan geopteerd worden om de aanwezige grond te vervangen door geschikte grond.

Stabiliseren van bestaande ondergrond door verdichting
Verdichting van de ondergrond kan een oplossing bieden. De minimale draagkracht die bereikt moet worden is 17 MPa. Wanneer die draagkracht door verdichting niet kan bereikt worden, dan moet worden overgegaan tot andere technieken.

Stabiliseren door menging met bindmiddel
Wanneer binding van de ondergrond noodzakelijk is kan, afhankelijk van het soort grond, de bestaande grond vermengd worden met een bindmiddel (kalk, cement, ... of een combinatie ervan). Die behandeling maakt de plastische grond weer stabiel en herstelt zijn draagkracht.

Versterking door middel van geogrid
Door het aanbrengen van een geogrid kan de ondergrond versterkt worden en kan eventueel het pakket aan te brengen fundering verminderd worden (zie 3.4 Overzicht van materialen ter versteviging van gras- en granulatenverhardingen). Geotextiel wordt vaak ten onrechte dezelfde eigenschappen toegedicht. In essentie dient een geotextiel om vermenging van de ondergrond met het funderingsmateriaal te voorkomen zodat het drainerend vermogen behouden blijft. Enkel voor beperkte lasten en afhankelijk van de omgeving kan het geotextiel ook de stabiliteit verhogen, maar enkel door scheiding van de granulaten en het vermijden van vermenging met de (mogelijk instabiele) ondergrond.

6.1.4.2 Onderfundering

De ontwerper moet per geval beoordelen of een onderfundering noodzakelijk is. In een zandgebied is een onderfundering niet aan de orde, omdat het zand op zich al een draagkrachtige ondergrond vormt. Ook de functie van het pad is bepalend voor de noodzaak van een onderfundering.
Volgens het SB250 bestaan er 3 soorten onderfunderingen.

Type I
De onderfundering type I bestaat uit zand voor onderfunderingen als ze in één laag wordt aangelegd. Wanneer ze in twee lagen wordt aangelegd, bestaat de onderfundering type I uit draineerzand of zand voor onderfunderingen als onderste laag en uit een homogeen mengsel van zand voor onderfunderingen en steenslag of rolgrind als bovenste laag.

Type II
Bij een onderfundering type II bestaan de lagen uit een homogeen mengsel van zand voor onderfunderingen en steenslag of rolgrind.

Type III
Bij een onderfundering type III bestaan de lagen uit een homogeen mengsel van bodem, bindmiddel en aanmaakwater.

6.1.4.3 Fundering

Voor funderingen kunnen allerlei materialen gebruikt worden (zie 3.6 Overzicht van funderingsmaterialen). Deze materialen zijn opgesomd in het SB250. Net zoals toplagen kunnen funderingen open of gesloten van structuur zijn en dus al dan niet water- en luchtdoorlatend.

De openheid van de fundering hangt af van het gebruik van een continue of niet-continue korrelverdeling, waarbij een continue korrelverdeling voor meer openheid zorgt. De openheid wordt ook in grote mate bepaald door het al dan niet binden van de fundering. Een ongebonden fundering is bijvoorbeeld een steenslagfundering. Een steenslagfundering gemengd met een bindmiddel zoals cement en een zandcementfundering zijn voorbeelden van een gebonden funderingen.

Een onderfundering of fundering moet gerealiseerd worden op een draagkrachtige ondergrond (bestaande of gestabiliseerde ondergrond, of onderfundering) om later verzakkingen te vermijden. Hoe meer draagkrachtig de ondergrond is, hoe minder fundering dient toegepast te worden.

Een fundering kan uit één of twee lagen bestaan afhankelijk van de belasting, het type verharding en de ondergrond.

Bij een fundering uit twee lagen wordt voor de onderste laag een granulaat gebruikt met grovere fracties dan de bovenste laag.

De onderfundering en fundering worden bepaald door verschillende factoren. De factoren die de keuze van (onder)fundering bepalen zijn:
- het gebruik en dus de belasting van het pad;
- de ondergrond;
- de stand van het grondwater;
- de kwaliteitseisen aangaande vlakheid, afwatering, duurzaamheid, ...;
- de omgeving;
- de beschikbare materialen;
- ...

Funderingen worden best ook met een dwarshelling (verkanting) aangebracht om een betere afwatering van het pad te krijgen (zie 6.1.2 Wegprofiel).

Enkele mogelijke funderingen van recuperatiemateriaal zijn:
- fundering door verwerking en stabilisatie van de bestaande verharding (zie 6.1.6.4 Recyclage in situ) indien die in een voldoende dikte (vanaf ca. 20 cm) aanwezig is;
- fundering met bijmenging van teelaarde en zand voor stabilisatie van groene paden (zie 6.2.3 Graspaden).

6.1.4.4 Verharding

De profileerlaag is de laag onder de toplaag. Deze laag wordt toegepast bij elementenverhardingen. Deze laag heeft als rol en kenmerken:

- overdragen van de lasten (van het verkeer) naar de onderliggende fundering;
- profileren (wegwerken van oneffenheden in de fundering);
- opvangen van eventuele lichte maatafwijkingen in de dikte van de stenen;
- bieden van weerstand tegen scheuren en vervorming door de stenen goed vast te houden (na vasttrillen).

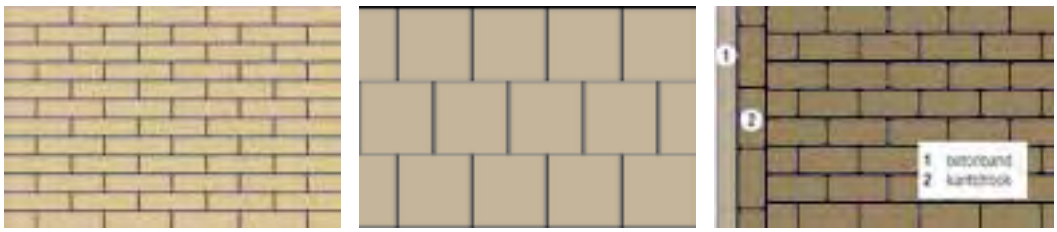
De meest ideale profileerlaag is daarom een ietwat elastische stabiele laag met een uniforme dikte, tussen 3 cm en 5 cm dik in verdichte toestand en die zich noch door het verkeer noch door schommelingen in het vochtgehalte laat vervormen. Daarenboven dient ze waterdoorlatend te zijn, zodat geen waterstagnatie tussen stenen en straatlaag kan optreden.
De toplaag is de bovenste laag van de verharding, die rechtstreeks met het gebruik in contact komt. Deze toplaag kan bestaan uit talloze materialen (zie 3.1 Overzicht van verhardingsmaterialen). Wanneer een drainerende toplaag wordt voorzien, is het belangrijk dat de fundering ook deze drainerende eigenschap heeft.

Materialen voor toplagen hebben als rol en kenmerken:

- verhogen van de veiligheid door de stroefheid van het oppervlak;
- verhogen van het rijcomfort door het creëren van effenheid;
- weerstand bieden tegen:
  - scheuren;
  - vervorming;
  - veroudering;
  - loskomen van stenen.

6.1.5 Legverbanden van elementenverhardingen

Halfsteensverband
Het meest voorkomende legverband bij elementenverhardingen is het halfsteensverband. Het kan toegepast worden bij in rijen te leggen keien, betonstraatstenen, gebakken straatstenen en betontegels. De stenen vormen evenwijdige rijen die loodrecht op de loop- en of rijrichting staan. De langse voegen tussen de rijen zijn evenwijdig. Voor in rijen te leggen keien verspringen de dwarse voegen in de rijen van rij tot rij een derde tot de helft van de lengte van de keien. De uiteinden van de rijen worden afgewerkt met een kantstrook (zie figuur). Bestratingen in halfsteensverband zijn ideaal voor voet- en fietspaden. Verhardingen in elleboogverband, keperverband en visgraatverband zijn minder onderhevig aan vervorming door verkeer. Ze veroorzaken ook minder rolgeluid dan halfsteensverband.



Illustratie van een halfsteensverband met verschillende types en formaten elementen (bv. gebakken straatstenen, betonklinkers, natuursteenkeien, ...)

Elleboogverband
Het elleboogverband kan toegepast worden bij betonstraatstenen en gebakken straatstenen.
De stenen liggen voor de helft loodrecht op en voor de helft evenwijdig aan de rijrichting. De zijkanten van de verharding worden afgewerkt met een kantstrook. De opvulling tegen de kantstrook aan gebeurt met halve stenen.

Illustratie van een elleboogverband

Keperverband
Het keperverband kan toegepast worden bij betonstraatstenen en gebakken straatstenen.
De stenen liggen diagonaal op de rijrichting. De opsluiting gebeurt met aangepaste geprefabriceerde vormstenen (bisschops- of kardinaalsmutsen). In bochten gebeurt de opsluiting met een gestrekte rij stenen.

Illustratie van een keperverband

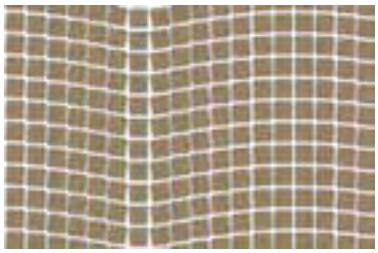
Visgraatverband
Het visgraatverband kan toegepast worden bij betonstraatstenen en gebakken straatstenen.
De stenen liggen diagonaal ten opzichte van de rijrichting. De opsluiting gebeurt met aangepaste geprefabriceerde vormstenen (bisschops- of kardinaalsmutsen). In bochten gebeurt de opsluiting met een kantstrook.

Illustratie van een visgraatverband

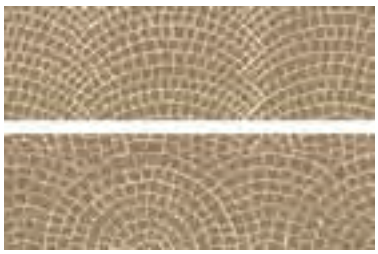
Blokverband
Het blokverband kan toegepast worden bij betonstraatstenen en gebakken straatstenen.
De stenen liggen in blokken van twee stenen samen, afwisselend met hun lengteas evenwijdig aan en dwars op de rijrichting.

Illustratie van een visgraatverband

Sierverbanden
Segmentverband, schubbenverband, waaierverband en schelpen- of pauwstaartverband zijn sierverbanden die toegepast worden bij bestratingen met mozaïekkeien.



Illustratie van een segmentverband



Illustratie van een schubben- (boven) en waaierverband (onder)

6.1.6 Specifieke technieken en bewerkingen

6.1.6.1 Walsen

Een wals is een voertuig dat gebruikt wordt om de ondergrond of aangebracht materiaal zoals steenslag, zand of asfalt te verdichten. Ook wordt de wals ingezet om rechte randen van een halfverharding “af te ronden” om een zachte overgang tussen verharding en naastliggend terrein te verkrijgen.

6.1.6.2 Trillen

Net zoals het walsen zorgt trillen voor een mechanische verdichting. De verdichting is bij het trillen echter oppervlakkiger omdat de trilplaat, waarmee het trillen uitgevoerd wordt, kleiner is dan een wals. Men kan de trilplaat gebruiken bij de aanleg van een verharding om verzakking te vermijden, bestrating aan te trillen of beton te trillen om luchtbelinsluiting te voorkomen.

6.1.6.3 Voegvullen

Om de verschillende stenen van een elementenverharding te fixeren is het nodig de voegen ertussen te vullen. Dit kan met een ongebonden of een gebonden voegvulling.

Ongebonden voegvulling
Na het trillen moet zand – droog brekerzand met een fractie van 2-4 mm – over de gehele oppervlakte worden verspreid. Dit moet in de voegen worden geveegd, indien nodig met toevoeging van water. Het is noodzakelijk dit proces te herhalen tot de voegen volledig gevuld zijn zodat de elementen niet meer kunnen verschuiven of loskomen en om vervorming van het gelegde verband te voorkomen.

Een definitieve laatste voegbeurt, voor het vullen van de fijnste voegen, dient te worden uitgevoerd met fijn zand met een fractie van 0-2 mm. Pas dan mag het pad opengesteld worden voor gebruik. Om de kleur van de voegvulling te laten aansluiten bij de verharding kan ook split* (of brekerszand) gebruikt worden. Dit is zeer fijn gebroken natuursteen met een fractie van 0-4 mm.

Dergelijke voegvulling is waterdoorlatend. Bijgevolg moet ook de funderingslaag drainerend zijn om opvriezen van de toplaag te vermijden.

Bij vorstgevoelige natuursteensoorten (vaak import uit het Verre oosten waarvan de kwaliteit niet gegarandeerd wordt) moet een waterdoorlatende voegvulling vermeden worden omdat er barsten kunnen optreden na vriesweer.

Gebonden voegvulling
Met een gebonden voegvulling wordt de kans op onkruidgroei sterk verminderd en zal een sterkere verharding bekomen worden.

De gebonden voegvulling bestaat meestal uit zand, cement en water. Deze is lucht- en waterondoorlatend. Er bestaan ook tweecomponenten epoxymortels, die wel waterdoorlatend zijn.

Verschil tussen een voegvulling met rivierzand (grijs) en een voegvulling met split (rood)

6.1.6.4 Recyclage in situ

Recyclage in situ is het hergebruik van de materialen van het te hernieuwen pad als grondstof voor de aanleg van een nieuwe pad.

Het gebroken materiaal kan als nieuwe funderings- of toplaag aangewend worden, afhankelijk van het gewenste gebruik, de bekomen korrelverdelingen en de behandeling. Stabilisatie door mechanische verdichting (bv. walsen) kan de samenhang en de draagkracht verhogen. Door toevoeging van cement of granulaten en/of zand kan tevens een continue korrelverdeling bekomen worden.

Een voormalige betonverharding wordt met een mobiele breekcentrale opgebroken en verwerkt tot een nieuwe funderingslaag voor een halfverhard wandel- en fietspad. (Vlaams natuurreservaat Zwinduinen, Knokke-Heist).

In het geval van een onverhard (bv. grond- of graspad) of halfverhard pad kan het aanwezige bodem- of verhardingsmateriaal door opeenvolgende mechanische bewerkingen hergebruikt worden als nieuwe fundering of toplaag (afhankelijk van de aanwezige fractie). De aanwezige verharding wordt opeenvolgend gebroken, vermalen, genivelleerd en verdicht.

Breken

Vermalen

Nivelleren

Verdichten

Het pad of de weg wordt op die manier over de volledige diepte vernieuwd en dit met nauwelijks enige aan- en afvoer van materialen. Het is met andere woorden dé recyclagetechniek bij uitstek voor paden en verhardingen.

6.1.7 Aanleg van verharding nabij bomen

De wortels van deze boom hebben onvoldoende ruimte waardoor de verharding van gebakken straatstenen beschadigd wordt.

Bomen hebben ruimte nodig om te groeien, zowel bovengronds als ondergronds (zie ook Technisch Vademecum Bomen). Dit is nodig om een bepaalde leeftijd te bereiken en om gezond en stabiel te zijn. Wanneer bomen in de nabijheid van verharding staan, bestaat de kans dat de ondergrondse ruimte beperkt is. Bomen in verharding kunnen nadeel ondervinden van een verdichte bodem en beperkte infiltratie van water. Hierdoor is de ontwikkeling van wortels en kroon slechts matig.

Bij voorkeur moet verharding in de nabijheid van bomen vermeden worden, eerder dan technische oplossingen te zoeken. Hiermee moet rekening gehouden worden.

Daarnaast moet er voldoende afstand voorzien worden tussen de verharding en de bomen. Hiermee kunnen hoge kosten voor technische voorzieningen uitgespaard worden.

6.1.7.1 Schade aan bomen

De schade aan bomen in de nabijheid van verharding kan van verschillende oorsprong zijn: werkzaamheden, verdichting, betreding, ruimtegebrek, een gebrek aan lucht en vocht, ...

Werkzaamheden nabij bomen veroorzaken grote problemen: maaischade, aanrijschade, maar vooral schade door (her)aanlegwerkzaamheden. Bouw- en graafwerkzaamheden in de directe omgeving van bomen kunnen leiden tot ernstige schade die van grote invloed is op de conditie en/of de stabiliteit

van bomen. Graafwerkzaamheden voor de aanleg van verharding (fundering, boordstenen, ...) kunnen voedings- en stabiliteitswortels beschadigen en bouwverkeer kan boomkronen ernstig beschadigen. Ook bestaat de kans op schade door onderhoudswerkzaamheden, zoals stamschade door een maaimachine of wortelschade door herbestratingwerkzaamheden. Deze wonden zijn een makkelijke ingang voor parasitaire schimmels e.d. Verder kan de grond onder de boomkronen ernstig verdicht worden door werkzaamheden voor de aanleg van paden wat de bomen niet ten goede komt. Bomen kunnen op korte of lange termijn ernstig te lijden hebben onder deze werkzaamheden. Soms is pas vijf jaar na het voltooien van de bouwwerkzaamheden aan de boom te zien dat hij tijdens de werkzaamheden ernstig beschadigd is. Uitvoerders zijn zich vaak niet bewust van de effecten die deze handelingen op bomen hebben. Om uitvoerders meer bewust te maken, moet in het bestek voor de werkzaamheden goed aangegeven worden hoe de bomen binnen de werfzone beschermd moeten worden.

Bij de aanwezigheid van verharding dicht bij de stamvoet bestaat een verhoogd risico op beschadigingen van stam en stamvoet door betreding en berijden van de verharding. Ook heeft de bestrating vaak negatieve invloed op de lucht- en vochtvoorziening van de wortels. Bodemverdichting zorgt voor een verstoorde water- en luchthuishouding en bemoeilijkt de doorworteling van de bodem. Hierdoor vermindert de conditie van de boom, loopt de boom in het voorjaar slecht uit en groeit hij veel langzamer dan een boom die in de open grond staat. De boom verzeilt mogelijk in een negatieve spiraal van conditieverlies en aantastingen. Niet alle bomen zijn even gevoelig voor bodemverdichting. Plataan en linde zijn bijvoorbeeld soorten die relatief goed tegen verdichting kunnen, terwijl beuk er absoluut niet tegen kan.

6.1.7.2 Schade door bomen

De verharde omgeving vormt niet alleen een bedreiging voor de wortels. De onbelemmerde wortelgroei kan op zijn beurt ook een bedreiging vormen voor verharding en infrastructuur. Wortels trekken zich weinig aan van verharding, leidingen en rioleringen. Boomwortels volgen van nature de weg van de minste weerstand. Opgedrukte stoeptegels, boordstenen, muurtjes en verharding of platgedrukte buizen in de directe omgeving van de stam kunnen het gevolg zijn. Gevaarlijke situaties kunnen ontstaan bij fiets- en voetpaden wanneer de verharding opgedrukt wordt door boomwortels. Ze zijn het gevolg van de diktegroei van de stam en de gestelwortels. Naarmate de afstand vergroot, vermindert de kans op directe schade zeer sterk. Verder verwijderd van de stam verdikken wortels veel minder en meestal groeien ze rond obstakels als ze daar de mogelijkheid toe hebben. Bij sommige soorten met veel oppervlakkige wortels kunnen ook verder van de boom nog lichte structuren opgeduwd worden. Vooral esdoorn, es, amberboom, eik, populier, wilg en linde zorgen voor problemen. Maar doordat bomen de vorm van hun wortelstelsel zeer sterk aanpassen aan hun standplaats, vallen in feite weinig voorspellingen te doen over welke soort op welke plaats problemen zal geven.

In eerste instantie is het belangrijk om conflictsituaties te vermijden door het maken van een doordacht ontwerp en een goede trajectkeuze voor een weg of pad. Het plannen van de locatie van nieuwe bomen t.o.v. verharding, de keuze van een geschikte boomsoort en een goed ondergronds ontwerp zijn hierbij van belang.

6.1.7.3 Technieken en voorzieningen voor locaties met bomen nabij verharding

Indien het niet mogelijk is om voldoende afstand te bewaren tussen boom en verharding kunnen een aantal technieken en voorzieningen aangewend worden om problemen te voorkomen. Elke situatie vraagt een eigen oplossing. Hierna zijn een aantal richtlijnen en systemen beschreven voor situaties met bomen in de nabijheid van verharding.

Aangepaste boomsoortkeuze

Een boom moet aangepast zijn aan de standplaats waar hij moet groeien. Van groot belang bij de soortkeuze zijn de standplaatsgeschiktheid en de boomgrootte. Een boom moet aangepast zijn aan de standplaats waar hij moet groeien. Enkel door daar rekening mee te houden, is het mogelijk om een duurzame boom te krijgen. De bestaande bodemeigenschappen (bodemtype, waterhuishouding) en de beschikbare ruimte (boven- en ondergronds) moeten de absolute prioriteit krijgen bij de soortkeuze.

Belangrijk in het kader van dit vademecum is dat boomsoorten zoals beuk, die erg gevoelig zijn voor betreding, vermeden moeten worden in de omgeving van verhardingen. Daarnaast moeten ook de soorten met de neiging tot het opdrukken van de verharding (bv. populier, Valse acacia, berk, wilg en verschillende kersensoorten) vermeden worden op een locatie dichtbij verharding.

Groeiplaats- en standplaatsverbetering en –voorbereiding

In eerste instantie en vooral in natuurlijke omgevingen zoals groengebieden is het wenselijk om de boomsoort af te stemmen op de natuurlijke omstandigheden. Het is geenszins de bedoeling om op elke plantlocatie bodemverbetering toe te passen. Indien dit door plaatselijke omstandigheden toch wenselijk is, kunnen volgende methoden en middelen ingezet worden.

Bomenzand, bomengranulaat, bomengrond
Er zijn verschillende grondmengsels ontwikkeld die boomgroei en (lichte) verharding in zekere mate kunnen verzoenen. Bij bomen in open maaiveld waaraan geen verdichtingseisen worden gesteld (zoals plantsoen) wordt goede teelaarde of bomengrond toegepast. Voor bomen in verharding wordt bomenzand of bomengranulaat toegepast.

Bomenzand
Het meest bekende grondmengsel voor gebruik onder verharding is bomenzand, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen ééntoppig zand en gedifferentieerd zand. Zowel de boom als de verharding heeft voordeel bij het gebruik van bomenzand, maar het blijft een compromis tussen verharding en groei.

Eéntoppig zand (hoofdzakelijk zand uit één zandfractie, zandkorrels met min of meer dezelfde korrelgrootte) wordt toegepast op plaatsen waar hoge belasting verwacht wordt (parkeerplaatsen, rijvakken). Zelfs bij een maximale verdichting van deze ééntoppige zandmengsels blijft dankzij de holten wortelontwikkeling in het substraat mogelijk. Om voldoende pakking te waarborgen dient hoekig zand te worden gebruikt.

Eéntoppige bomenzandmengsels bestaan uit ééntoppig zand dat vermengd wordt met enkele procenten organische stof (laag gehalte waardoor slechts geringe inklinking ontstaat, 3-5%) en klei (zie SB250 voor een mogelijke samenstelling).

Gedifferentieerd bomenzand wordt doorgaans gebruikt op plaatsen waar minder hoge belasting verwacht wordt (voet- en fietspaden).

Bomenzand vraagt een specifieke wijze van aanbrengen, met name worden eisen gesteld aan de verdichting. Hiervoor gelden een aantal richtlijnen:
- pas verdichten nadat het 1 dag heeft gelegen;
- niet nat verdichten (maximaal 17 gewichtprocenten vocht);
- in lagen van 40 cm verdichten;

- verdichten tot maximaal 2,0 Mpa/cm²;
- na het invullen en verdichten zo spoedig mogelijk verharding aanbrengen in verband met tussentijdse regenval, anders afdekken met folie;
- gedurende het openliggen van de plantgaten niet met zwaar materieel over de plantgaten rijden;
- na zware regenval wachten met dichtstraten tot het bomenzand de normale veldcapaciteit vocht weer heeft bereikt (17%).

Diepe worteling bevordert de stevigheid van de boom en voorkomt het opwroeten van de verharding. Voldoende diep en wijd aanvullen rond de bomen is hier dus van belang.

Bomengranulaat

In situaties waar een zwaardere belasting wordt verwacht en bomenzand niet voldoet, kan de toepassing van bomengranulaat worden overwogen. Bomengranulaat bestaat uit een keiharde steensoort (bv. Grauwacke) met hoge verbrijzeling. De vorstbestendige en drukvaste steensoort wordt gemengd met een organische stof (4 tot 5%) en klei. Hierdoor ontstaat een uiterst draagkrachtig substraat. De steen vormt het skelet van het substraat, de andere componenten verzorgen de langdurige bodemvruchtbaarheid.

Na de verdichting, waaraan geen maximum hoeft te worden gesteld, blijven voldoende poriën over die de toetreding van lucht en vocht mogelijk maken. Ook een mengsel van lavasteen en organisch materiaal en klei kan toegepast worden als substraat voor bomen waar belasting verwacht wordt.

Omdat de groeiruimte vaak wordt afgesloten door lagen die minder doorlatend zijn, is de toepassing in combinatie met een beluchtingsysteem aan te bevelen.

Het bomengranulaat wordt uiterst zorgvuldig in lagen van 30 à 40 cm aangebracht, waarna het vervolgens laagsgewijs verdicht wordt met behulp van een trilplaat (minimaal 50 kN). Het is van het grootste belang het granulaat niet nat te verdichten en alleen onder droge omstandigheden te verwerken.

Bij verhardingen die grote lasten moeten dragen kan een geogrid onder het bomengranulaat aangebracht worden om de draagkracht te vergroten.

Om inspoeling van bovenliggende substraten in het bomengranulaat te voorkomen, wordt tussen de lagen een scheidingsdoek aangebracht. In veel gevallen is het, afhankelijk van de omstandigheden, raadzaam ook verticaal een scheidingsdoek aan te brengen tussen het bomengranulaat en de aangrenzende substraten.

Bomengrond

Bomengrond is een wat rijkere aanvulgrond van hoge kwaliteit geschikt voor bomen en hagen in de open grond. Bomengrond is niet bedoeld voor toepassingen onder de bestrating. Bomengrond bevordert de aanslag van bomen en hun ontwikkelingsmogelijkheden. Door te planten in bomengrond wordt de wortelontwikkeling sterk bevorderd. Het bevat voldoende voedingsstoffen en stimuleert natuurlijke bodemprocessen. Hanteer voor het aanbrengen dezelfde richtlijnen als voor bomenzand (zie voor).

Drainage

Slechts als een meer duurzame “natuurlijke” drainage uitgesloten is, kan geopteerd worden voor een kunstmatige drainage. Een kunstmatige drainage mag enkel overwogen worden waar ze echt onvermijdelijk is. Een dergelijk systeem is duur, weinig duurzaam en gevoelig voor beschadiging en verstopping. Als het kunstmatige drainagesysteem het opgeeft, komt de boom alsnog in de problemen.

Horizontale drainage
Een kunstmatig drainagesysteem bestaat uit een drainagebuis (bijvoorbeeld DN 80 mm) onder de wortelkluit (ongeveer 20 cm), bij voorkeur in cirkelvorm, al dan niet ingebed in een grondlaag met een iets grovere textuur dan de oorspronkelijke. Het is belangrijk dat de drainagebuis aangesloten is op een afvoer (open water of riolering). Het aanbrengen van een drainagebuis zonder afvoer is absoluut nutteloos.

Verticale drainage
De verticale drainage kan toegepast worden indien er op geringe diepte een ondoorlatende grondlaag aangetroffen wordt. De ondoorlatende laag wordt doorboord.

Beluchting
Voor bomen in stedelijke omgeving en bomen in verharding kan het nodig zijn een kunstmatig beluchtingsysteem met draineerbuizen aan te brengen. Een beluchtingsysteem is zeker niet voor alle bomen nodig, maar kan vereist zijn voor bomen waarvan de plantplaats onder verharding ligt, in verdichte bodems met een gebrekkige doorlatendheid voor gassen of een hoog zuurstofverbruik.

Een drainagebuis DN 125 mm wordt op de bodem van de plantput geplaatst of, indien er een horizontale drainage geplaatst wordt, boven die drainage. De twee uiteinden van de buis worden onderling verbonden, bij voorkeur in cirkelvorm en zodanig dat er geen grond of teelaarde in de buis kan dringen. Indien er in dezelfde zone meerdere bomen aangeplant worden, dan worden de beluchtingbuizen in de verschillende plantputten met elkaar verbonden. Per boom worden, met aangepaste hulpstukken, twee verticale buizen op de horizontale buizen geplaatst.

Door het dichtslibben van de poriën en het doorwortelen van de buizen verliest een beluchtingsysteem meestal na enkele jaren zijn functie. Onderhoud is mogelijk, maar duur. Als de boom niet kan overleven zonder een kunstmatig beluchtingsysteem, wordt beter de soortkeuze aangepast en zijn waarschijnlijk andere ingrepen voor een standplaatsverbetering vereist.

Irrigatie
Waar het maken van een gietrand niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij bomen in een boomrooster, kan gekozen worden voor een kunstmatig watergeefsysteem. Dit is een dure oplossing, die normaal slechts enkele groeiseizoenen zal gebruikt worden. Een kunstmatige irrigatie bestaat uit een geribbelde buis die bovenop de wortelzone komt te liggen en waarvan de beide uiteinden bovengronds komen of waarvan het ondergrondse uiteinde afgedicht is. Een drainagebuis DN 100 mm wordt op ongeveer 1/3 van de plantdiepte (1/3 van de hoogte van het wortelgestel of de kluit, te meten vanaf de bovenkant) horizontaal rond het wortelgestel of de kluit van de boom geplaatst. De twee uiteinden van de buis worden verbonden. Dit gebeurt bij voorkeur in een zo groot mogelijke cirkelvorm en zodanig dat er geen grond of teelaarde in de buis kan dringen. Het systeem wordt verbonden met minstens één verticale buis per boom. De buis reikt tot aan het maaiveld en wordt afgesloten met een deksel; daarbij moet voorkomen worden dat er grond of teelaarde in de buizen kan dringen.

Het heeft geen zin om water te geven via drainage of beluchtingsystemen, aangezien deze zich onder de wortelzone bevinden. Daardoor komt het water de boom niet ten goede maar stroomt het gewoon weg naar het grondwater.

Preventie wortelopdruk
Vaak wordt geprobeerd om wortels weg te houden van leidingen en funderingen van wegen, voetpaden en huizen door ze tegen te houden met barrières of door ze te geleiden naar zones waar ze geen schade kunnen aanrichten. De resultaten zijn zeer wisselend. In sommige situaties worden wortels effectief tegengehouden, maar even vaak vinden ze hun weg door, langs, boven of onder de barrière.

Wortelgeleidingswand
De enige barrières die écht wortels tegenhouden zijn dikke plastic folies en kunststof platen. Deze verstoren de water- en luchthuishouding. Om effectief te zijn moeten ze aangebracht worden van boven het maaiveld tot onder de laagste grondwatertafel. Ook de verbindingen tussen platen of folies zijn een teer punt, net als beschadiging van de geleidingswand tijdens de aanleg.

Jonge boomwortels groeien in horizontale richting en stuiten op een barrière van folie of een geleidingswand. De wand (met verticale ribben) of folie dirigeert de wortels loodrecht naar beneden. Wanneer de wortel de onderkant van de geleiding bereikt, kan de groei (bij een goede groeiplaatsinrichting) op een horizontale of radiale manier worden voortgezet. Doorgaans worden de wanden met de hoogtes 30, 45 en 60 cm gebruikt. Indien ook kabels en leidingen beschermd moeten worden, dan kan een wandhoogte van 90 cm of 120 cm nodig zijn. Toch zijn er voldoende voorbeelden bekend waarbij de boom niet uit de afgebakende ruimte geraakt en daardoor achterblijft in ontwikkeling. Ook bestaan er boomsoorten die vanonder de wortelgeleiding opnieuw naar boven groeien en alsnog schade aanbrengen aan de verharding.

Wortelgeleiding wordt gebruikt om de noodzakelijke stabiliteit van de boom te garanderen wanneer een verharding (of opsluiting) op een afstand van minder dan 2 meter van de boom gelegen is (richtlijn echter afhankelijk van de stamvoetdoorsnede van de volwassen boom).

Wortelweringswand
Dit is een wortelscherm dat een effectieve barrière vormt voor boomwortels. De wortelweringswand is glad en kan gemaakt zijn van verschillende materialen zoals geotextiel of HDPE. De boomwortel stuit op de barrière en zal blijven rondcirkelen langs de gladde wand. Als de weringswand te dicht bij de boom wordt geplaatst, heeft de boom onvoldoende plaats om voldoende wortels te ontwikkelen en zal hij niet stabiel staan. De minimale afstand tussen de wortelweringswand en de stamvoet is 3 x de doorsnede van de stamvoet bij volle wasdom van de boom. Alleen bij zuilbomen (met uitgesproken smalle verticale groei) kan deze afstand minder zijn, vanwege een lagere windbelasting. Gezien de gunstige prijs is de wortelwering geschikt voor grootschalige toepassingen. Weringswanden zijn in de meeste gevallen alleen lineair toepasbaar en niet rondom een boom omdat de boom dan ingesloten wordt.

Sandwichconstructie
Dit systeem biedt een oplossing op de plaatsen waar verkeersbelasting plaatsvindt, waar bomenzand alleen niet voldoende is en de boombunker een te grootschalige ingreep is. De constructie verdeelt de druk en zorgt voor een verbeterde water- en zuurstofhuishouding door het creëren van een tweede maaiveld. Het wordt gebruikt in combinatie met bomenzand onder en bomengrond in de kunststof kratten.

Aanleg van een sandwichconstructie (Sint-Lucas, Gent)
Foto: Inverde

Boombunker
De boombunker is een betonnen constructie die de druk van de bovenliggende verharding opvangt zodat de boomwortels zich in een losse, niet verdichte grond, op een natuurlijke wijze kunnen ontwikkelen.

Deze toepassing is vooral geschikt voor stedelijke groengebieden met grote verkeersbelasting nabij bomen. Deze constructie is zeer duur.

Aanleg van boombunkers (Rijnstraat, Amsterdam)
Foto: Inverde

6.1.8 Werfzone

Bij de meeste reguliere bouwwerken is er sprake van een duidelijk afgebakende werf- en opslagzone voor de opslag van werktuigen, machinerie en materiaal. De werkomstandigheden bij aanleg en onderhoud zijn op die manier duidelijk te controleren.

Het feit dat paden steeds lineair opgebouwd zijn, maakt dat deze werken een aangepaste werkorganisatie vereisen. Werkmaterialen en grondstoffen moeten intrinsiek over grotere afstanden vervoerd worden en het toezicht is vaak moeilijker dan op een duidelijk afgebakende en geconcentreerde werfzone. Bovendien vergroot de kans op de omgeving omdat er over een grote afstand randeffecten kunnen optreden.

Dit alles brengt niet enkel extra te besteden aandacht mee voor de uitvoerder (bv. aannemer), maar ook voor de opvolger van de werken.

6.2 Technische aspecten per type pad en verharding

In dit hoofdstuk worden per type pad en verharding technische aspecten opgesomd. Per type pad of verharding worden richtlijnen gegeven voor de opbouw van het profiel en de materiaalspecifieke bewerkingen. Het betreft typeprofielen die naar plaatselijke omstandigheden, eigen inzichten en wensen kunnen aangepast worden.

Zo is de verkanting en de breedte zoals voorgesteld in de typeprofielen niet gebonden aan het type pad of verharding. Het zijn slechts voorstellingen van een mogelijke verkanting en breedte. Beiden moeten immers afgestemd worden op de plaatselijke omstandigheden.

6.2.1 Zand- en grondpaden

Zand- of grondpaden die niet frequent gebruikt worden, zullen spontaan evolueren naar een graspad of tweesporenpad.

6.2.1.1 Zand- en grondpaden voor extensief gebruik

Opbouw van een zand- en grondpad
Het aanbrengen van een geotextiel is facultatief.

Zand- of grondpaden kunnen spontaan ontstaan doordat open stroken veel betreden of bereden worden. Voor deze paden zijn dan ook geen aanlegwerken nodig.

Een zand- of grondpad kan echter ook op een eenvoudige manier aangelegd worden door de bovenste humusrijke laag te verwijderen en het pad eventueel te frezen en te herprofileren (zie 6.2.1 Zand- en grondpaden). Om de paden vrij te houden van begroeiing of om plasvorming en spoorvorming te voorkomen, kan een regelmatige bewerking van de bovenste laag noodzakelijk zijn. Dit kan bijvoorbeeld door het grondpad regelmatig te rijven en/of te schoffelen.

In gebieden met een kleiige of lemige ondergrond kan een deel zand toegevoegd en verwerkt worden in de bovenste laag van het pad om de drainage te verbeteren. In gebieden met een zandige ondergrond kan de toevoeging van leem voor binding en stabilisatie van de ondergrond zorgen.

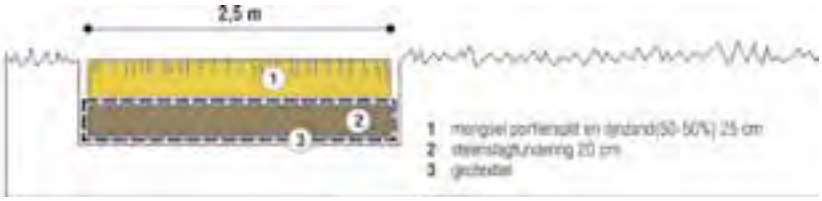
Ook aangevoerd zand of zandleem kan als toplaag aangebracht worden, in functie van het gewenste gebruik. Indien de ondergrond voldoende waterdoorlatend is, kan het zand of zandleem op de bestaande uitgegraven ondergrond aangebracht worden. Bij voorkeur wordt een geotextiel aangebracht. De toplaag wordt in een dikte van 20 cm tonrond aangebracht en gewalst.

Indien de ondergrond geen drainerend vermogen heeft, kan het wenselijk zijn om onder de toplaag en het geotextiel een fundering van losse granulaten aan te brengen.

6.2.1.2 Zand- en grondpaden voor mountainbike

Mountainbikepaden worden zelden aangelegd. De kunst bestaat er meestal in om het tracé van een mountainbikepad op de abiotisch (op vlak van bodemtextuur en vochtgehalte) meest geschikte plaats in te planten, waarbij het gebruik op zich tot een losse en goed drainerende verharding leidt. Logischerwijs is dit het meest evident bij zandige bodemtypes.

6.2.1.3 Zandpaden voor ruiters en menners



Opbouw van een zandpad voor ruiters

Ruiterpaden hebben bij voorkeur een losse toplaag zoals bijvoorbeeld ‘mul’ zand. Waar dit in natuurlijke toestand niet aanwezig is, zou de opbouw van een ruiterpad kunnen bestaan uit een fundering van steenslag met een fractie van 0-32 mm over een diepte van 20 cm in geotextiel ingepakt. Het geotextiel ligt eronder en dichtgevouwen erboven zodat er een drainerende matras ontstaat (waarmee de toplaag dus niet kan vermengen). Daarbovenop kan een mengsel van porfiersplit met een fractie van 2-7 mm en rijnzand (verhouding 50/50) aangebracht worden met een dikte van minimaal 20 cm, bij voorkeur 25 cm. De toplaag wordt niet aangewalst. Door in de opbouw geen fijne fractie (0-2 mm) van het porfiersplit toe te voegen zal de toplaag door gebruik minder verdichten en dus los blijven. Ruiterpaden hebben bij voorkeur geen opsluiting.

Het is wenselijk mennerpaden op te bouwen uit minder los materiaal dan ruiterpaden, om het gespan vlot en comfortabel te laten rijden. De opbouw bestaat daarom zoals beschreven onder zand- of grondwegen voor dienstenverkeer (zie 6.2.1.4 Zand- en grondpaden voor dienstenverkeer).

In het Zoniënwoud werd reeds meerdere jaren geëxperimenteerd met verschillende samenstellingen van de toplaag voor ruiterpaden. Vaak volstaat de plaatselijke ondergrond niet voor gebruik door ruiters omdat er bodemcompactie optreedt. Dit heeft implicaties voor het gebruikerscomfort, zoals een toename van plasvorming of een onaangenaam harde ondergrond. Maar de compactie zal ook de waterinfiltratie verminderen waardoor het risico op voortschrijdende bodemerosie vergroot.

Het gebruik van uitsluitend rijnzand is zelden aangewezen omdat het soortelijk gewicht van kwarts laag ligt. Daardoor is het onderhevig aan uitspoeling en verplaatsing door de impact van een hoefslag, waardoor frequent aanvullen noodzakelijk is. Ook dolomiet werd een periode getest als toplaag, maar dit leidde tot extreme gevallen van bodemcompactie. Hieronder een greep uit de chronologie van geteste varianten van de toplaagsamenstelling en de respectievelijke bevindingen.

Porfiersplit 0-7 mm

Porfier heeft een groot soortelijk gewicht en blijft goed ter plekke liggen. De fijnste fractie ‘0 mm’ zorgt echter voor binding van de grotere fracties waardoor er compactie optreedt. Dit kan leiden tot een concentratie van de waterafvloei met erosie tot gevolg.

Porfiersplit 2-7 mm

Het vermijden van de fijnste fracties zorgt dat het probleem van binding vermeden wordt. Ruiters klagen er echter toch over dat de porfier toch uit wat te scherpe en harde fracties bestaat, waardoor het niet mul genoeg ervaren wordt.

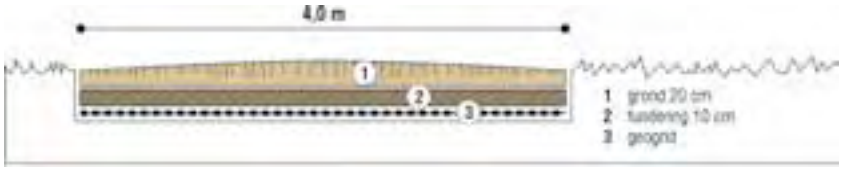
Porfiersplit 2-7 mm + rijnzand (verhouding 50/50)

Door de menging van porfiersplit met rijnzand ontstaat een evenwicht waarbij compactie, uitspoelbaarheid en gebruikerscomfort in vele gevallen in evenwicht zijn.

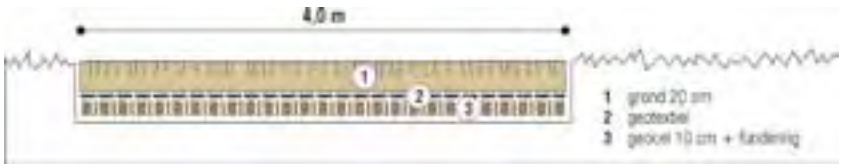
Berggrind 2-7 mm + rijnzand (verhouding 50/50)

Het gebruik van berggrind vormt een alternatief voor porfiersplit, maar het gebruik van grind wordt buiten de grindregio's eerder als een atypische materiaalkeuze ervaren.

6.2.1.4 Zand- en grondpaden voor dienstenverkeer



Opbouw van een zand- en grondpad voor dienstenverkeer Het aanbrengen van een geogrid is facultatief.



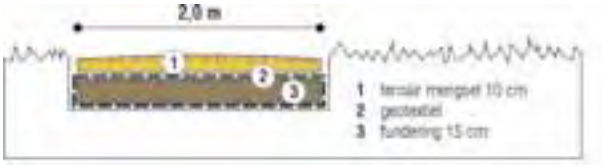
Opbouw van een zand- en grondpad voor dienstenverkeer De uitvoering met geocellen is relevant op locaties met een slechte drainage van de ondergrond.

Paden van zand of lokale aarde kunnen in bepaalde gevallen voldoende stabiel zijn voor dienstenverkeer.

Wanneer de ondergrond niet voldoende draagkrachtig is maar wel drainerend, kan gekozen worden voor een versteviging met een geogrid en kan een waterdoorlatende fundering van steenslag met continue korrelverdeling (fractie 2-32 mm) aangebracht worden onder de zandverharding (zie figuur).

Wanneer ook een drainerende laag nodig is om de weg voldoende toegankelijk te houden tijdens natte perioden kan een funderingslaag met geocellen toegepast worden. Deze cellen worden opgevuld met een fundering van steenslag (fractie 7-56 mm). Deze laag wordt afgedekt met een geotextiel waarop de toplaag in een dikte van 20 cm aangebracht en aangewalst wordt (zie figuur).

6.2.2 Paden van ternair mengsel



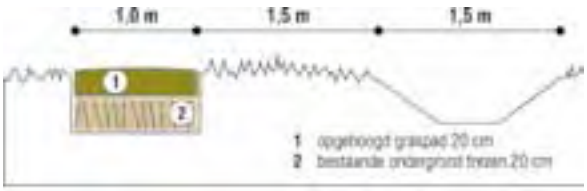
Opbouw van een pad in ternair mengsel

De fundering bestaat uit beton- of menggranulaat of natuursteenfracties in een dikte van 15 cm aangelegd.

Het ternair mengsel waaruit de toplaag bestaat, wordt voorafgaand bereid in een mengcentrale. De toplaag wordt verdicht tot op de totale voorziene dikte voor de verharding. Voor wandel- en fietspaden is een toplaag van 10 cm dikte aan te bevelen.

6.2.3 Graspaden

6.2.3.1 Paden van ongefundeerd gras



Opbouw van een ongefundeerd graspad

Ongefundeerde graspaden worden hoofdzakelijk aangelegd als wandelpad. Toch zijn ook voorbeelden bekend waarbij deze natuurlijke paden ook als (extensieve) dienstweg worden gebruikt.

Graspaden zonder fundering of versteviging zijn vaak spontaan ontstaan. Ook door een bestaande open strook regelmatig te maaien of te betreden zal een vegetatiepad ontstaan.

In natte omstandigheden kunnen graspaden drassig zijn en daardoor erg gevoelig voor beschadiging. Om die reden kan ervoor gekozen worden om de bestaande grond licht te profileren (tonrond) om de afwatering te bevorderen of om het pad op te hogen.

Om een graspad naadloos te laten aansluiten bij de (natuurlijke) omgeving en de lokale vegetatie de kans te geven om zich ook op het nieuwe pad te ontwikkelen, wordt het gras bij voorkeur niet ingezaaid. Om de ontwikkeling van gebiedseigen grassoorten en kruiden te stimuleren is het gebruik van lokale teelaarde voor de aanleg van het pad aan te raden. Indien het wenselijk is om het graspad toch in te zaaien, wordt er bij voorkeur gekozen voor een lage dichtheid (ca. 50 tot 80 kg graszaad per hectare). Tevens is het wenselijk om grassoorten in te zaaien die niet blijvend zijn, maar één- en tweejarige soorten, die tijdelijk de kale bodem fixeren waarna lokale soorten het overnemen. Een goede tijdelijke grassoort is Italiaans raaigras (*Lolium multiflorum*), een tweejarige plant uit de grassenfamilie (*Poaceae*). De planten zijn na het eerste jaar niet meer wintervast en sterven dan af, lokale soorten hebben dan de tijd gehad om zich te ontwikkelen.

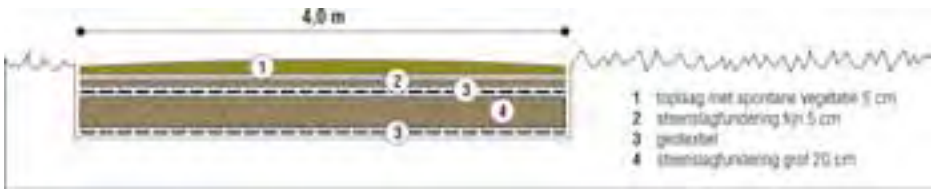
In sommige gevallen kan voor blijvende grassoorten gekozen worden. Van belang voor de keuze van een mengsel voor de aanleg van een graspad is rekening te houden met tredresistente soorten, die bij voorkeur weinig onderhoud vragen en dus niet te snel groeien. Er bestaan mengsels die geschikt zijn voor schaduwrijke plekken en voor zeer natte omstandigheden. Ook het bodemtype heeft invloed op de keuze van het grasmengsel. In het SB250 zijn voor verschillende bodemtypes en vochtigheidsgraden grassoorten opgesomd.

Voor de aanleg van een ongefundeerd graspad is volgende basisopbouw aangewezen:
- bestaande ondergrond frezen indien deze verdicht is;
- eventueel voorzien van drainagegreppel;
- licht ophogen van het pad (0,10 – 0,25 m);
- spontaan laten ontwikkelen of eventueel inzaaien.

Om voldoende lichtinval te hebben ter hoogte van het graspad is het aangewezen om voldoende brede (niet met opgaand groen begroeide) bermen langs het pad te voorzien.

Graspaden die door gemotoriseerd verkeer bereden worden, kunnen ingericht worden als tweesporenpad (zie 6.2.12 Tweesporenpaden). Indien ongefundeerde graspaden niet in twee sporen aangelegd worden, maar wel regelmatig bereden worden, zal er immers spontaan een tweesporenpad ontstaan.

6.2.3.2 Paden van gras-steenslag



Opbouw van een pad in gras-steenslag

Om een water- en luchtdoorlatende opbouw te verkrijgen wordt een ongebonden fundering gebruikt. Afhankelijk van de belasting en de grondsoort bestaat de fundering uit één of twee lagen van 10 tot 45 cm samen. De funderingslaag van verdichte steenslag (type I 0-40 mm) wordt gemengd met grond (verhouding 70/30). Indien deze opgebouwd is uit twee lagen, dan bestaat de onderste laag uit granulaten (natuursteen of puin) met grovere fracties (0-56 mm) en de bovenste laag van bijvoorbeeld 5 cm dik uit fijnere fracties (0-32 mm).

De vermengde grond zorgt voor een zekere retentie van water (zodat uitdroging gebufferd is) en voor de noodzakelijke nutriënten voor de plantengroei.

Tussen fundering en toplaag wordt een geotextiel aangebracht om vermenging van de verschillende lagen te voorkomen.

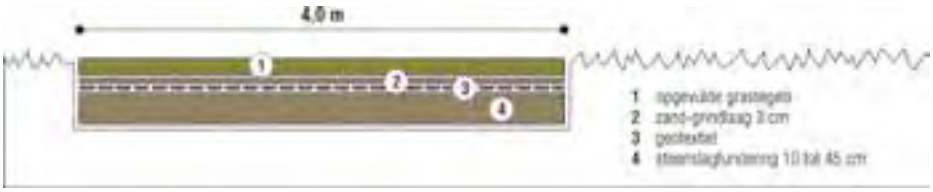
Ook de toplaag moet een percentage granulaten bevatten. Zo is de vegetatielaag beter bestand tegen verkeer en zal deze minder snel stuk gereden worden. De samenstelling van de toplaag is een homogeen mengsel van ongeveer 20% grond van ter plaatse, 30% gewassen zeezand (fractie 0-4 mm) en 50% granulaten (fractie 4-32 mm). Ook deze laag wordt verdicht. Wanneer hoge verkeersbelasting verwacht wordt op het graspad kan ervoor gekozen worden om eventueel een grovere fractie (30-65 mm in plaats van 4-32 mm) van het granulaat in de toplaag toe te passen.

Indien wenselijk kan de toplaag ingezaaid worden, zoniet zullen lokale kruiden en grassen zicht ontwikkelen.

Beeld van de aanlegwerken van een gras-steenslagweg ("Twaalfurendreef" in Kasteelpark Vordenstein, Schoten)

Beeld vlak na beëindiging van de aanlegwerken
De vegetatie moet zich nog spontaan ontwikkelen. ("Twaalfurendreef" in Kasteelpark Vordenstein, Schoten)

6.2.3.3 Verhardingen van grasbetontegels en gras-Kunststofplaten



Opbouw van een pad in grasbetontegels of gras-kunststofplaten

Grasbetontegels of gras-kunststofplaten kunnen worden toegepast als verharding gewenst is, maar een groen beeld het uitgangspunt vormt. Door de uitsparingen in de tegel blijft na het inzaaien delen van de tegel zichtbaar. Het open oppervlak (uitsparing) is groter en de ribbreedte is smaller bij gras-kunststofplaten dan bij grasbetonstenen, waardoor gras-kunststofplaten een grotere natuurlijke uitstraling hebben.

Zowel grasbetonstenen als gras-kunststofplaten kunnen zonder kantopsluiting geplaatst worden wat de natuurlijke uitstraling verhoogt. Grasbetontegels worden eerder aangewend bij frequent zwaarder verkeer. De drainagekanalen bij gras-kunststofplaten aan de onderzijde zorgen voor een uitstekende waterhuishouding en geven geen verstoring van de natuurlijke wortelgroei van het gras mits een goede onderbouw.

De typeopbouw voor gras-kunststofplaten of grasbetontegels is dezelfde. De dimensionering van de lagen en type fundering is afhankelijk van de te verwachten belasting. De fundering van de grasverharding dient water- en luchtdoorlatend te zijn om de teelaarde waarin het gras groeit in contact te houden met de ondergrond. De doorlatendheid moet echter niet maximaal zijn, want het gevaar van verdroging door drainage is zeer reëel bij dit type van verharding.

Afhankelijk van de belasting en de grondsoort varieert de funderingslaag van 10 tot 45 cm. De funderingslaag van verdichte steenslag (type I 0-40 mm) wordt gemengd met grond (verhouding 70/30). Bij een weinig doorlatende bodem zoals bijv. klei, wordt een grotere diepte aanbevolen.

Als afwerkingslaag wordt een zand-grindlaag van 2 à 3 cm geplaatst. De onderlaag kan ook bestaan uit een voorgemengd, homogeen mengsel van steenslag, gebroken

geëxpandeerde kleikorrels en fijne groencompost of men kan een bestaande laag leemhoudend zand gaan mengen met turf en teelaarde. Tussen beide lagen komt een geotextiel.

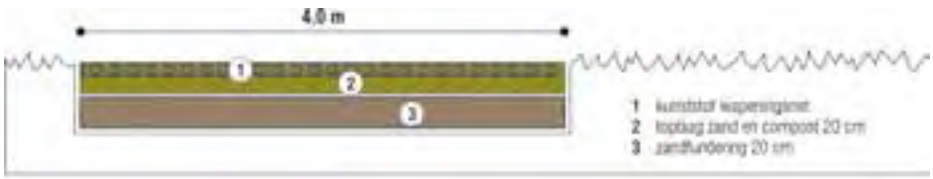
Als opvulling van de tegels wordt een los mengsel van aarde, zand en meststof of een homogeen mengsel van gebroken geëxpandeerde kleikorrels, fijne groencompost en meststof gebruikt. Het vullen gebeurt zodanig dat de teelaarde overal 0,5 tot 1 cm onder de bovenkant van de grastegels blijft.

Bij alle graspaden is het van belang dat pas verkeer wordt toegelaten na de tweede maaibeurt, zodat de vegetatie voldoende ontwikkeld is.

Parkeervakken aan een onthaalruimte (De Speelberg nabij het Meerdaalwoud, Oud-Heverlee)
De vegetatie in de gras-kunststofplaten kan zich nog spontaan vestigen.

Een belangrijke bekommernis bij de aanleg van verstevigde grasverhardingen is de waterhuishouding. Verdroging van de toplaag is een veelvoorkomend probleem. Het herstellen van deze "afgestorven" grasverharding is zeer omslachtig.

6.2.3.4 Verhardingen met kunststof matjes



Opbouw van een verharding met kunststof matjes

De opbouw van een gefundeerde grasverharding met kunststof matjes bestaat uit een zandfundering van 20 cm met natuurlijk zand voor onderfunderingen volgens SB250 III-6.2.2. Na het aanbrengen van het zand wordt dit als drainerende laag geprofileerd en verdicht. Hierop wordt een mengsel van zand en teelaarde als toplaag aangebracht. De kleine kunststof wapeningsnetjes worden hierop machinaal

aangebracht en met deze toplaag vermengd. De toplaag wordt daarna ingezaaid met tijdelijke of blijvende grassoorten. Om lokale soorten maximaal te bevoordelen, wordt in de toplaag lokale teelaarde hergebruikt na een eventuele terreinafgraving.

Kunststof matjes worden uitgereden op de zandfundering.

Kunststof matjes worden uitgereden op de zandfundering.

Maaibeheer na aanleg

Met de geldende praktijk om jong gras 10 cm te laten uitgroeien en dan op 4 cm te maaien, sterft een even groot deel van de graswortels af. Met onderstaand maairegime blijven de graswortels goed in de diepte doorgroeien. Zo wordt een steviger en dieper gewortelde graszode bekomen. Bijkomend voordeel is de geringe ongewenste kruidontwikkeling in het jonge gras.

a. wanneer het jonge gras tot 10 cm hoogte is uitgegroeid ... 2 cm korter maaien tot 8 cm;

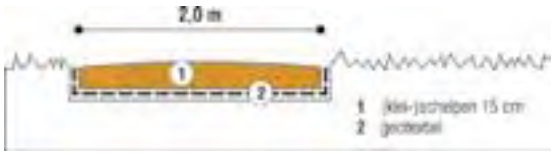
b. het gras 1 cm laten groeien tot 9 cm ... dan 2 cm korter maaien tot 7 cm;

c. het gras 1 cm laten groeien tot 8 cm ... dan 2 cm korter maaien tot 6 cm;

d. het gras 1 cm laten groeien tot 7 cm ... dan 2 cm korter maaien tot 5 cm;

e. het gras 1 cm laten groeien tot 6 cm ... dan 2 cm korter maaien tot de definitieve 4 cm.

6.2.4 (Klei)schelpenpaden



Opbouw van een pad van (klei-) schelpen zonder fundering

Opbouw van een pad van (klei-) schelpen met fundering

Afhankelijk van de intensiteit van gebruik en de draagkracht van de ondergrond kan ervoor gekozen worden om een (klei)schelpenpad te voorzien van een fundering. De fundering dient waterdoorlatend te zijn en langs boven- en onderzijde ingepakt te worden in geotextiel om vermenging van materialen te voorkomen.

Indien de grond voldoende draagkrachtig en waterdoorlatend is, kan de verharding van (klei-)schelpen zonder fundering in het uitgegraven baanbed aangebracht worden. Ook onder de schelpenlaag wordt bij voorkeur geotextiel aangebracht.

Schelpen worden in een dikte van ca. 15 cm aangebracht. Door de toplaag beperkt te walsen worden de schelpen gebroken. Het schelpenpad kan met of zonder boordsteen aangebracht worden.

Kleischelpen worden als toplaag in een dikte van ca. 20 cm aangebracht, maar ze worden aangewalst om binding tussen de schelpen en de klei te realiseren. De dikte van de lagen bedraagt zo ca. 15 cm na verdichten. De laag wordt volgens een tonrond profiel aangelegd. Een verharding van kleischelpen wordt opgesloten met boordstenen. Na uitloging kan er een nieuwe dunne toplaag (zogenaamde afstrooilaag) aangebracht worden en vervolgens terug aangewalst worden.

6.2.5 Paden van gespleten primaire fracties

Het gamma aan natuursteensoorten voor het realiseren van toplagen van paden is zeer uitgebreid. Toch zijn hieronder een aantal algemene opmerkingen en aandachtspunten over de opbouw van paden van gespleten primaire fracties opgesomd.

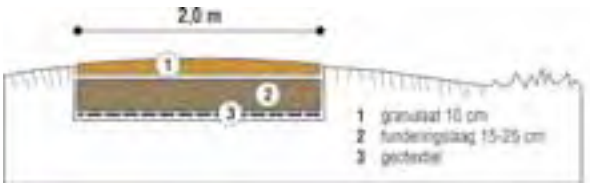
Afhankelijk van de te verwachten belasting van de verharding zal een fundering van bijvoorbeeld betonpuin of steenslag aangebracht worden onder de natuursteengranulaten. Het is in ieder geval aangewezen om de fundering en toplaag te walsen bij aanleg.

De fracties van natuursteengranulaten die het meest courant toegepast worden, zijn:
- In de fundering wordt de fractie 0-40 of 0-32 mm meest courant toegepast, op geotextiel 7-32 mm om drainage te behouden.
- In de toplaag worden de fracties 0-7 mm, 2-7 mm, 0-15 mm, 2-15 mm, 12-32 mm het meest toegepast, meestal in een dikte van 10-25 cm.
- Als voegvulling voor waterdoorlatende stenen worden de fracties 0,5-1 en 0,5-2 mm het meest toegepast.
- In verstevigingen wordt de fractie 7-15 mm meest toegepast.

De toegankelijkheid van een wandelpad van gespleten primaire fracties is afhankelijk van de fracties van het materiaal die gebruikt worden. Hoe kleiner de fracties, hoe beter beloopbaar. Steenslag met een fractie van 7-15 mm is ongeschikt voor rolstoelgebruikers, fietsers en kinderwagens.

De gevoeligheid voor compactie van zand- en kalksteensoorten (bv. dolomiet) door intensief gebruik is groot, vandaar dat deze materialen ongeschikt zijn als toplaag voor bijvoorbeeld ruiterpaden. Dit heeft veel te maken met de aanwezigheid van een fractie van 0-0,5 mm die voor de binding van het overige granulaat zorgt zodat de porositeit verloren gaat. Bijgevolg moet deze fractie vermeden worden voor waterdoorlatende toepassingen (bv. als lucht- en waterdoorlatende voegvulling).

6.2.5.1 Paden van losse granulaten (kalksteen, dolomiet, porfier, ...)



Opbouw van een pad met losse granulaten

Onder de toplaag wordt een waterdoorlatende fundering met continue korrelverdeling (fractie 2-32 mm) toegepast. Afhankelijk van het gebruik en de draagkracht van de ondergrond zal een fundering met een dikte van 15 tot 25 cm voorzien worden voor een wandel- of fietspad. Onder de fundering wordt een geotextiel aangebracht.

Na verdichting wordt de toplaag met een fractie van 0-7 mm over een dikte van 10 cm aangebracht (na aanwalsen) en tonrond geprofileerd.

Bij voorkeur wordt voor het tracé iets minder uitgegraven dan de dikte van de opbouw, zodat het pad iets hoger komt te liggen dan het omliggende maaiveld. Dit komt de afwatering ten goede. Om aansluiting te vinden met het oorspronkelijke maaiveld mag de ter plaatse uitgegraven grond gebruikt worden.

6.2.5.2 Paden van gecementeerde dolomiet

Door dolomiet te vermengen met portlandcement (ca. 150-250 kg per m) ontstaat een stevige en waterdichte verharding. Het comfortniveau stijgt met de graad van binding door het cement. De verharding wordt echter steeds gevoeliger voor vorst en wortelopdruk door omliggende bomen. Voor bepaalde (extensievere) toepassingen kan de toevoeging van leem in plaats van cement een alternatief bieden voor de stabilisatie van dolomiet.

Opbouw van een pad van gecementeerde dolomiet

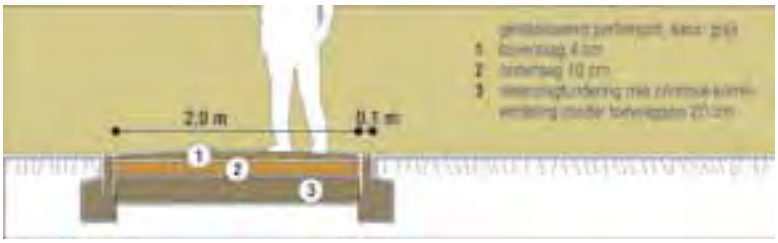
Als fundering voor een dienstweg in dit materiaal wordt een steenslagfundering toegepast met een dikte van 20 cm, aangebracht op geotextiel. Voor fietspaden kan een dunnere fundering (bv. type II) worden toegepast.

Op de fundering wordt een laag gestabiliseerde dolomiet uitgespreid met een fractie van 0-5 mm. Hiervoor wordt een dikte van minimaal 5 cm toegepast. Het wegprofiel wordt tonrond aangebracht om goede waterafvoer te verkrijgen (verkanting 1 cm/m). De uitvoering gebeurt met een asfalteringsmachine.

Wanneer na jaren gebruik de toplaag van deze verharding vernieuwd dient te worden kan de bovenste laag afgeschraapt worden (zoals bij asfalt) en een nieuwe toplaag aangebracht worden.

6.2.5.3 Gestabiliseerde verhardingen van porfier

Ook gebonden verhardingen kunnen water- en luchtdoorlatend zijn. Deze verhardingen hebben het voordeel zeer goed toegankelijk te zijn zonder dat ingeboet moet worden op duurzame wateraspecten. Het voordeel van deze porfiersplit is de goede landschappelijke inpasbaarheid. Het materiaal sluit aan bij de natuurlijke omgeving zowel door kleur als textuur.



Opbouw van een pad in gestabiliseerd porfiersplit

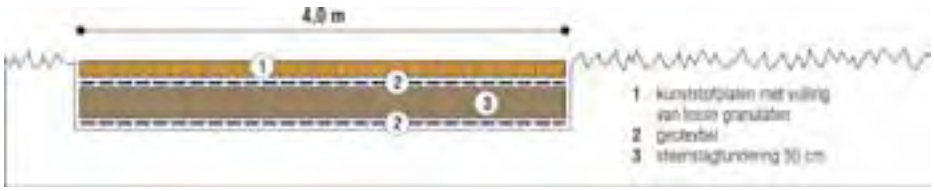
De dimensionering van de opbouw is afhankelijk van de te verwachten belasting. Om een water- en luchtdoorlatende opbouw te verkrijgen wordt een ongebonden fundering gebruikt.

De verharding wordt samengesteld uit twee lagen, een onder- en een bovenlaag. Deze lagen bestaan uit een homogeen mengsel van split met cement, hydraulische kalk en aanmaakwater waardoor een gestabiliseerde fijne verharding ontstaat. De mengsels worden bereid in een mengcentrale. De onderste laag bestaat uit een mengsel met grijs porfiersplit met een fractie van 2-5 mm, de bovenste laag uit fijn grijs porfiersplit met een fractie van 0-5 mm. De lagen worden na het aanbrengen mechanisch verdicht. Voor een wandel- en fietspad bedraagt de gemiddelde dikte van de onderste laag 10 cm en van de bovenste laag 4 cm. De verkanting bedraagt 2 cm/m, tonrond aangelegd vanuit de as van het pad. Deze verharding kan met of zonder opsluiting aangebracht worden, afhankelijk van het gewenste beeld.

Deze verharding moet vrij gehouden worden van elk verkeer gedurende de eerste 7 dagen na het aanleggen.

6.2.5.4 Paden van kunststofplaten met losse granulaten

Een halfverharding bestaande uit aangewalste losse granulaten volstaat vaak niet voor zeer frequent gebruik of zwaar verkeer. Om toch een zelfde uitstraling te bekomen, kan er gebruik gemaakt worden van kunststofplaten. Deze verharding oogt natuurlijk en is water- en luchtdoorlatend, maar kan wel grote lasten dragen.



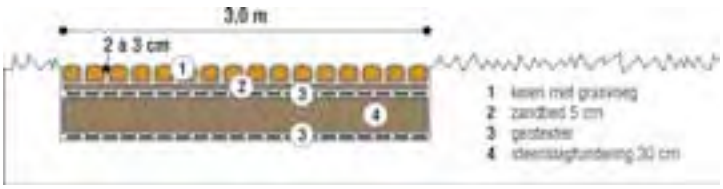
Opbouw van een pad van kunststofplaten met losse granulaten

Om een lucht- en waterdoorlatende opbouw te bekomen, wordt een fundering van ongebonden steenslag of natuursteengranulaten aangelegd, afgestemd op de te verwachten belasting. Onder en op de funderingslaag wordt een geotextiel aangebracht. De kunststofplaten worden na aanbrengen gevuld met steenslag met een fractie van 2-7 mm. De steenslag wordt best door manueel harken in de holten gebracht en geprofileerd, omdat mechanisch verkeer niet toegelaten is vooraleer de platen gevuld zijn. Indien het wenselijk is dat de kunststofplaten niet meer zichtbaar zijn, kan er een vrije laag van maximaal 3 cm dik bovenop gelegd worden. Afhankelijk van de omstandigheden kan die vrije laag behoorlijk lang ter plekke blijven liggen. Aanvullen en/of egaliseren kan nodig zijn.

Recent aangelegde parking waarbij de kunststofplaten opgevuld werden met steenslag

6.2.6 Paden van natuursteenelementen (bestrating van in rijen te leggen keien)

6.2.6.1 Paden van zandsteenkeien met grasvoeg



Paden van zandsteenkeien met grasvoeg

De fundering dient afgestemd te worden op het type gebruik. Voor verhardingen voor gemotoriseerd verkeer kan een fundering van granulaten van natuursteen met een fractie van 10-32 mm (type II) met een dikte van 30 cm toegepast worden. Hierop wordt een niet geweven geotextiel en vervolgens een zandbed (volgens SB250 III-6.2.9.) aangebracht. De dikte van dit zandbed bedraagt na verdichting 5 cm. Hierop worden de keien aangebracht en overvloedig gesproeid en gewalst. Tussen de keien en de rijen van keien wordt een voeg van 2 tot 3 cm voorzien. Met een stevige borstel worden de voegen opgevuld met een homogeen mengsel van split, teelaarde, fijne groencompost (verhouding telkens 1/3) en meststof (1kg/m³ mengsel). Daarna wordt de bestrating opnieuw gewalst en overvloedig gesproeid. Na zetting zijn de holten gevuld tot het mengsel overal 0,5 tot 1 cm onder het kopvlak van de keien ligt. Hierna kunnen de voegen ingezaaid worden. Alle verkeer is verboden tot na de tweede maaibeurt.

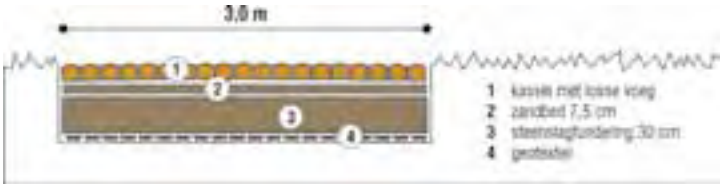
Kasseien met een grasvoeg (Sint-Baafssite, Gent)

6.2.6.2 Paden van natuursteenkeien met voegvulling

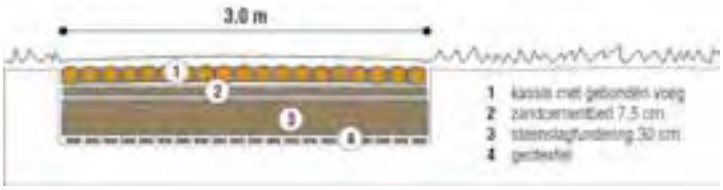
Gebonden voegvulling volgens SB250 VI-3.1.

Vooral bij verhardingen zonder intensief gebruik zal onkruid zich in de zandvoegen ontwikkelen. Wanneer dit niet gewenst is, kan een gebonden voegvulling aangebracht worden. Deze toepassing van natuursteenkeien zal voornamelijk toegepast worden in stedelijke gebieden.

Opbouw van een pad van natuursteenkeien met een niet-waterdoorlatende gebonden voeg



Opbouw van een pad van natuursteenkeien met losse voeg



Afhankelijk van de te verwachten belasting kan onder het zand(cement)bed een steenslagfundering aangebracht worden op een geotextiel.

Een bestrating van natuursteenkeien kan opgevoegd worden met een gebonden voegvulling zoals gemodificeerde mortel. Onder de bestrating van natuursteenkeien wordt een zandcementbed aangebracht. De dikte van het zandcementbed bedraagt na verdichting 7,5 cm. Indien er een waterdoorlatende gebonden voeg gebruikt wordt zoals tweecomponenten epoxymortel, moet ook de fundering waterdoorlatend opgebouwd worden uit een zandbed.

Een losse voegvulling uit split bestaat eigenlijk uit een natuurlijke primaire gespleten fractie (0-5 mm). Deze voegvulling zet zich vast, maar is lucht- en waterdoorlatend. Na een aantal jaren bestaat de kans dat de voegen spontaan dichtslibben.

6.2.7 Paden van rolgrind

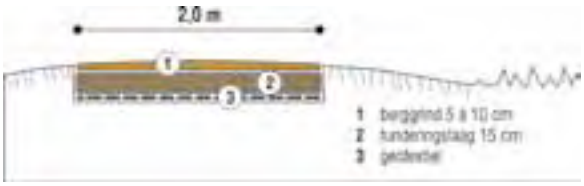
6.2.7.1 Paden van los rolgrind

Opbouw van een pad van los rolgrind

In principe kan los rolgrind op dezelfde manier als losse natuursteengranulaten verwerkt worden (zie 6.2.5 Paden van gespleten primaire fracties). Eventueel kan de verharding zonder fundering aangelegd worden. Het is wel aangewezen een geotextiel onder de verhardingslaag aan te brengen om vermenging van materialen te vermijden.

Het is raadzaam rolgrind (zoals Maasgrind) enkel in gebroken variant toe te passen als toplaag voor verhardingen omdat dit stabieler blijft liggen. Bij voorkeur worden fijne fracties (0-7 mm) toegepast. Fijnere fracties vormen immers een vastere toplaag. Dit materiaal is enkel voor het verharden van wandelpaden geschikt.

6.2.7.2 Paden van berggrind



Opbouw van een pad van berggrind

Voor de opbouw van voetpaden van berggrind kan volgende opbouw toegepast worden. Het tracé wordt tot 15 cm diepte egaal uitgegraven. Dit is iets minder diep dan de dikte van de opbouw, zodat het pad na aanleg iets boven het omliggende maaiveld uitsteekt. Onder de fundering ligt een geotextiel. De fundering van 15 cm steenslag type II wordt na aanbrengen verdicht. Hierop komt een laag berggrind met een fractie van 0-30 mm van minimaal 5 cm dikte. De samenstelling van het berggrind is afhankelijk van de afkomst, aangezien dit een onbewerkt product is. Deze toplaag wordt mechanisch verdicht.

Het pad wordt licht tonrond aangebracht. Om aansluiting te vinden tussen het iets hoger liggende pad en het omliggende maaiveld mag de ter plaatse uitgegraven grond gebruikt worden.

6.2.7.3 Paden van leemgrind of stol (grind-klei-leem-zand)

Opbouw van een pad van leemgrind of stol

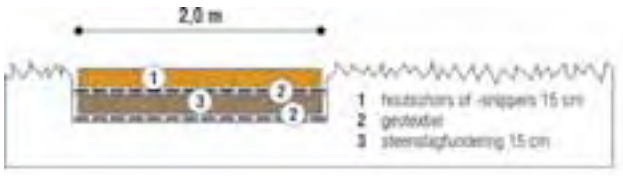
De opbouw van paden van leemgrind of stol is vergelijkbaar met deze van berggrind. Het enige verschil is de samenstelling van de toplaag. Daar waar leemgrind en stol een samengesteld mengsel betreft dat in gemengde vorm ontgonnen wordt als bijproduct van de grindwinning, is berggrind de uitgewassen en gezuiverde variant.

6.2.8 Paden van hout

6.2.8.1 Houtsnipperpaden en boomschorspaden

Omwille van de korte levensduur, het intensief onderhoud, de kans op plasvorming en stabiliteitsproblemen door vocht en vertering van de houtsnippers of de boomschors is het niet wenselijk om deze paden overal toe te passen. Houtsnipperpaden kunnen overwogen worden op goed gedraineerde locaties waar hout als afvalproduct voorradig is (afkomstig van snoeihout). Hierdoor kan het lokale product verwerkt worden tot een verhardingsmateriaal.

De keuze tussen de verschillende soorten schors of snippers hangt af van het gebruik, het gewenste uitzicht, de gewenste duurzaamheid (boomschors is duurzamer dan houtsnippers) en de kostprijs (houtsnippers zijn vaak als restproduct beschikbaar). Wanneer een zachte ondergrond vanuit recreatief oogpunt wenselijk is (jogpaden zoals een Finse looppiste, ondergrond nabij speeltoestellen, ...), kan boomschors toegepast worden. Een Finse looppiste wordt bij voorkeur op een kalkhoudend funderingsbed gelegd, zodat het verzurend (maar niet het verrijkend) effect van het verterende materiaal geneutraliseerd wordt.



Opbouw van een pad van houtsnippers of boomschors

Voor de aanleg van het pad met een fundering wordt de grond ongeveer 30 cm diep uitgegraven. De houtsnippers kunnen eventueel een paar centimeters boven het maaiveld aangelegd worden.

Om het pad minder gevoelig voor water te maken en voldoende te draineren, kan een funderingslaag voorzien worden van ongeveer 15 cm. Als funderingsmateriaal kan steenslag (natuursteenslag of gebroken betonpuin) aangewend worden (een steenslagfundering zonder toevoegsels, type I, met een continue korrelverdeling 0-40 mm).

Er wordt een geotextiel voorzien tussen beide lagen. Deze geotextiel fungeert als anti-worteldoek* en als afscheiding om vermenging van de verschillende lagen te vermijden.

Een toplaag van houtsnippers of boomschors van ongeveer 10 à 15 cm volstaat. Schors verteert geleidelijk, zeker in contact met water. De schors zal regelmatig aangevuld moeten worden om de dikte van de laag te behouden.

Boomschorspaden hoeven niet onder een helling gelegd te worden omdat het oppervlaktewater kan infiltreren in het pad. De paden kunnen (maar moeten niet) opgesloten worden met boordstenen. Een boomschorspad zonder boordsteen zorgt voor een natuurlijker uitzicht.

6.2.8.2 Vlonderpaden

De aanwezigheid van een vlonderpad is landschappelijk bepalend omdat er een beeldbepalende constructie wordt gemaakt. De aanleg- en onderhoudskosten zijn over het algemeen hoog. Hoewel vlonderpaden een handig hulpmiddel zijn waar conventionele padenaanleg niet mogelijk is, is het niet aangewezen ze op grote schaal toe te passen.
Foto: ANB

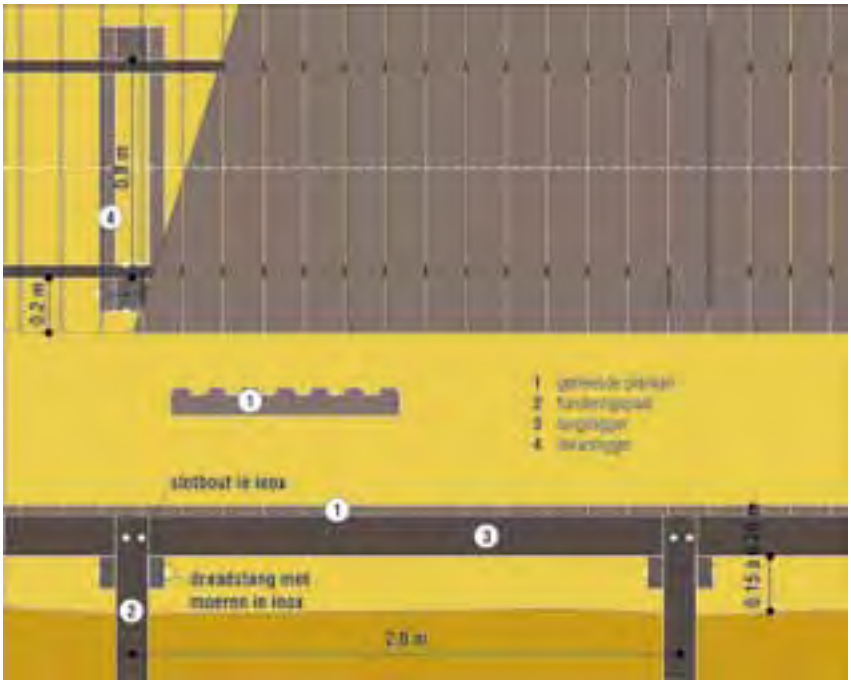
Materialen van de verschillende onderdelen van een vlonderpad
Voor de constructie van vlonderpaden zijn een aantal materialen geschikt. Aangezien de funderingspalen in rechtstreeks contact staan met de ondergrond en de omgeving (vaak een vochtige toestand) vormen zij het meest kwetsbare onderdeel van de constructie. Bijgevolg is het aangewezen hout van een hoge duurzaamheidklasse te gebruiken. Maar het is zelfs meer aangewezen om gerecycleerde kunststof te gebruiken. Dit materiaal is niet gevoelig voor rotting en is herbruikbaar.

De dragende constructie en dekplanken bestaan conventioneel uit houten planken. De planken zijn minstens gegroefd om slipgevaar te beperken. Een aandachtspunt geldt voor Robinia, waarvan de planken makkelijk krom trekken. Metaal, semi-kunststof of volledig kunststof planken kunnen een volwaardig alternatief bieden voor hout, waarbij de levensduur sterk toeneemt en het slipgevaar afneemt. Esthetisch is er vrijwel geen verschil merkbaar. Deze materialen kunnen ook samen gecombineerd worden, maar steeds moeten standaardmaten gebruikt worden.

Constructie
De hoogte vanaf het maaiveld waarop de dekplanken van een vlonderpad* worden geplaatst, is afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden. Bij voorkeur wordt het pad horizontaal aangelegd, zonder veel hoogteverschillen. Dit zowel om redenen van comfort en veiligheid als om esthetische redenen. Belangrijk is dat de bovenste delen van de vlonderconstructie (dwarsbalken en planken) boven het waterpeil liggen. In gebieden met fluctuerende waterstand zal het vlonderpad tijdens drogere seizoenen verheven boven het maaiveld liggen.

Om het vlonderpad vlot toegankelijk te maken dient de opstap maximaal 25 cm hoog te zijn of moet een trap en/of helling voorzien worden (afhankelijk van de keuze voor integrale toegankelijkheid). Vaak is de overgang tussen het vlonderpad en de aansluitende verharding een locatie waar zich problemen voordoen (erosie door op- en afstappen, plasvorming, ...). Het is aangewezen om vlonderpaden in eerste instantie voldoende ver door te trekken (tot op de drogere delen). Daarnaast is het wenselijk om de overgangszone te verstevigen, bijvoorbeeld door in de halfverharding van het aansluitende pad het eerste deel te stabiliseren met kunststofplaten.

De hierna beschreven constructiewijze betreft de typeopbouw van een vlonderpad. Logischerwijs bestaan er ook alternatieven en aanvullingen om de integrale toegankelijkheid te verzekeren (zie volgende paragraaf).



Opbouw van een vlonderpad

De fundamenten van een vlonderpad zijn funderingspalen (12 x 12 cm); bij voorkeur uitgevoerd in gerecycleerde kunststof om een voldoende lange levensduur te garanderen (immers in direct contact met de ondergrond). De lengte van de funderingspalen is afhankelijk van de gewenste hoogte van de dekplanken ten opzichte van het maaiveld. Bij een uitvoering van een vlonderpad net boven het maaiveld, steken de funderingspalen 0,15 à 0,20 m boven het grondoppervlak uit (tot aan de langsligger).

De funderingspalen staan in de lengterichting op 2 m afstand van elkaar en in de breedterichting 0,8 m uit elkaar. Afhankelijk van de breedte van het pad en de constructiewijze kan dit variëren. Het aanbrengen van een fundering (funderingsblokken in betoncement) is enkel aangewezen wanneer zeer intensief gebruik verwacht wordt en wanneer de ondergrond niet voldoende stabiel is.

Aan weerszijde van elke funderingspaal wordt een dwarsligger (12 x 6 cm) gemonteerd door middel van een draadstang en moeren in inox. Deze dwarsliggers (bij voorkeur in kunststof) hebben een lengte van ongeveer 1 m.

Op deze dwarsliggers, aan de binnenzijde van de funderingspalen worden langsliggers van (15 x 5 cm) gemonteerd met slotbouten in inox. Op deze langsliggers worden de dekplanken gemonteerd met schroeven. Deze planken hebben een breedte van 1,2 m en kunnen in kunststof of gefreesde houten planken uitgevoerd worden. Ze sluiten op elkaar aan of vertonen een tussenafstand van maximaal 1 cm. Het gebruik van tussenafstanden laat afwatering toe. Indien geen tussenafstanden voorzien worden, kan een zijdelingse helling van 1 cm/m de afwatering garanderen.

Onder het vlonderpad wordt bij voorkeur een geotextiel aangebracht om het doorgroeien van gras en kruiden tussen de planken te voorkomen.

Geotextiel om onkruidgroei te voorkomen
Tussen de onderbouw en de planken van een vlonderpad is het aangewezen een geotextiel als anti-worteldoek aan te brengen. Het geotextiel wordt op de dragers gelegd en tussen de planken en dragers vastgeklemd.*

Slippreventie
Bij het gebruik van echte houtelementen als dekplanken van een vlonderpad bestaat een reëel gevaar op uitglijden bij vochtige omstandigheden. Vaak worden groeven getrokken in de dekplanken, maar zelfs dan blijft er een groot risico bestaan. Hierboven worden twee bijkomende maatregelen geïllustreerd. Het overspannen van de houtelementen met metaalrasters kan relevant zijn indien het gaat over kwalitatief gegalvaniseerd materiaal. Wanneer een simpele gaasdraad gebruikt worden, kunnen door verroesting gevaarlijke stukken metaaldraad uitsteken. Een andere optie bestaat uit het aanbrengen van antislipmateriaal op het hout. In diepere groeven van planken of volledig dekkend op het oppervlak kan een mengsel van zand en een kunstmatig bindmiddel aangebracht worden, wat voor efficiënte antislip zorgt.

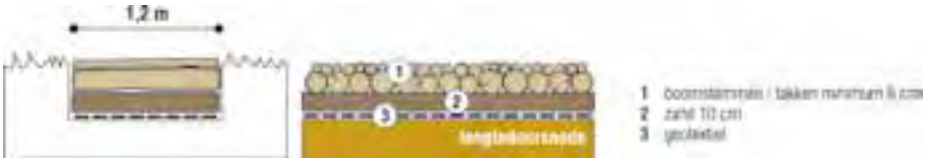
Integrale toegankelijkheid
Voor rolstoelgebruikers en slechtzienden is het aangewezen een doorlopende opstaande geleidende rand langs weerszijden van het pad op het uiteinde van de dekplanken te monteren. Omwille van afwatering en de mogelijkheid om het pad bladvrij te maken is het wenselijk om de opstaande rand iets verhoogd (met kier) aan te brengen.

Bij langere vlonderpaden is het bovendien aangewezen plaatselijk verbredingen te voorzien als rustpunt, uitkijkpunt of mogelijkheid om te draaien of te kruisen. Uit veiligheidsoverwegingen kan het in sommige gevallen aangewezen zijn een leuning te voorzien langsheen een vlonderpad en dit op twee hoogtes.

Een plaatselijke verbreding op een vlonderpad laat het kruisen van rolstoelgebruikers toe. Foto: ANB

Een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerpen van vlonderpaden is de technische uitvoerbaarheid van bochten in vlonderpaden. Wanneer bochten voldoende ruim zijn, kan door het verbreden en versmallen (limitatief) van de opening tussen de planken een bocht gerealiseerd worden. In dit geval zullen de planken steeds dwars op de looprichting aangebracht zijn. Wanneer bochten scherper zijn, is het wenselijk om de locatie van de bochten in detail te ontwerpen en dit niet aan de uitvoerder over te laten. De ligging van de planken dwars op de looprichting moet steeds gegarandeerd blijven voor de veiligheid en beloopbaarheid. Het is niet wenselijk om planken in de lengterichting in zeer smalle stroken of spieën te verzagen omdat dit de stabiliteit en de verankering in gevaar kan brengen.

6.2.8.3 Knuppelpaden



Opbouw van een knuppelpad

In prehistorische tijden werden knuppelpaden aangelegd om moerassen te kunnen kruisen. Deze constructies werden ook als fundering toegepast onder een aarden pad. Omwille van een aantal negatieve aspecten (korte levensduur, gladheid, oneffenheid) worden deze paden nu eerder als attractieve of speelse verbinding aangelegd en minder als functionele verbinding.

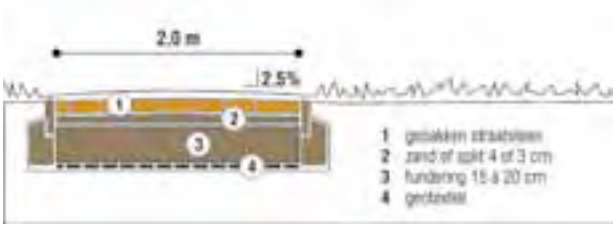
Voor de constructie van een knuppelpad wordt ter plaatse ongeveer 25 cm grond afgegraven en de ondergrond verdicht. Het aanbrengen van een geotextiel met daarop zand voor stabilisatie (10 cm dik) is aan te raden. Daarop worden op maat gezaagde boomstammen en dikke takken gestapeld. De minimale diameter van het gebruikte hout bedraagt 6 cm. Het knuppelpad wordt zodanig afgewerkt dat het oppervlak ongeveer vlak is. Door de dunste boomstronken bovenaan te schikken kan een min of meer vlak pad verkregen worden.

Ook kunnen grote boomstammen eenvoudigweg achter elkaar gelegd worden op het maaiveld en zo als pad fungeren. Het gevaar van gladheid is bij deze paden hoog. Soms wordt op de knuppelpaden een draadgaas aangebracht om uitglijden te voorkomen. Het metalen gaas roest echter snel waardoor metalen onderdelen van het gaas gaan uitsteken.

Voorbeeld van een knuppelpad (Masbourg)

6.2.9 Paden van gebakken klei

6.2.9.1 Paden van gebakken straatstenen



Opbouw van een pad van gebakken straatstenen

Afhankelijk van de te verwachten belasting wordt een fundering voorzien op een geotextiel. De gebakken straatstenen worden bij voorkeur aangebracht met een boordsteen. Dit kan een andersoortig materiaal zijn, zoals beton of natuursteen, maar kan ook bestaan uit straatstenen die rechtop geplaatst worden in een fundering.

De gebakken straatstenen kunnen geplaatst worden in een bed van zand (4 cm dik), ternair mengsel (4 cm dik) of mortel (3 cm dik). Deze uitvoeringen moeten gebeuren volgens SB250 VI-3.4.1.3. Het bed van de bestrating in zand en ternair mengsel wordt verdicht na aanbrengen (trillen). Deze twee varianten hebben het voordeel dat de straatlaag niet aan de stenen kleeft (zoals bij mortel) en daarom kunnen de gebakken straatstenen later makkelijk herbruikt worden.

De verkanting bedraagt bij voorkeur 2,5 cm/m, zodat een goede afwatering gegarandeerd is.

Meestal worden de voegen opgevuld met split (0-5 mm) of zand, maar bij gebruik van een mortelbed zullen voegen opgevoegd worden met een (kunst)mortel. Ook kan de kleur van de voeg afgestemd worden op de kleur van de gebakken straatsteen (zie 6.1.6.3 Voegvullen).

6.2.9.2 Verhardingen van waterdoorlatende gebakken straatstenen

De typeopbouw voor gebakken straatstenen die waterdoorlatend zijn is vergelijkbaar met de opbouw van waterdoorlatende betonstraatstenen (zie 6.2.10.2 Paden van betonstraatstenen).

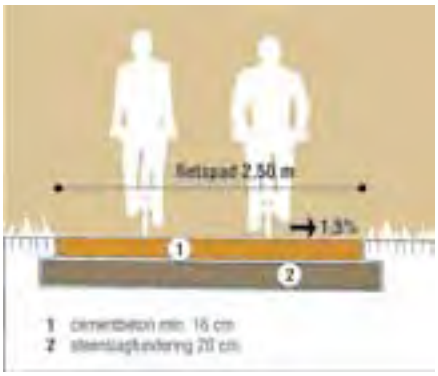
6.2.10 Betonpaden

6.2.10.1 Paden van cementbeton

Bij een cementbetonverharding heeft de ontwerper de keuze tussen klassiek platenbeton of doorlopend gewapend beton.

Voor vrijliggende voet- of fietspaden van ongewapend cementbeton wordt steeds cementbeton met luchtbelvormers gebruikt met een dikte van ongeveer 16 à 20 cm. De fundering bestaat uit één laag, nl. een steenslagfundering met continue korrelverdeling met toevoegsel type IIA van 20 cm. Vervolgens wordt afhankelijk van de ondergrond een onderfundering type II van 20 cm voorzien. Uitpuilende voegvullingsmassa kan vermeden worden door de voegen uit te voeren als krimpvoegen zonder voegvulling.

Pad uitgevoerd in cementbeton (Groene Vallei, Gent)



Opbouw van een cementbetonverharding als fietspad

Cementbeton kan in diverse kleuren, breedtes en diktes worden uitgevoerd. Eventueel kan een figuratie aangebracht worden wat mogelijk is bij machinale aanleg.

Hieronder zijn een aantal mogelijkheden voor de afwerking van cementbeton beschreven.

Oppervlakteborstelen of bezemen van beton
De geluidsemissie en stroefheid van een weg worden bepaald door de textuur van het wegoppervlak. Voldoende stroefheid ontstaat door aan het verse betonoppervlak in dwarsrichting met een lichte bezemstreek textuur aan het betonoppervlak te geven of door het uit te borstelen. De textuurdiepte hangt af van de opbouw van het betonmengsel (fracties toeslagmateriaal), de borsteldiepte en de uitborsteltechniek.

Uitgeborsteld beton wordt verkregen door op de afgewerkte, verse betonspecie een bindingsvertrager aan te brengen. Daarna wordt het oppervlak afgedekt met kunststoffolie. Na 12 tot 24 uur start het uitborstelen. Dit gebeurt door met behulp van mechanische borstels de fijne delen (zandcementmortel) uit het oppervlak te verwijderen, onder toevoeging van een geringe hoeveelheid water. Fietspaden worden uitsluitend met een dwarse bezemstreek afgewerkt.

Printen van beton
Het betonoppervlak kan om redenen van esthetica of herkenbaarheid worden voorzien van een printmotief en/of kleur. Bekend zijn de gekleurde printmotieven die bijvoorbeeld worden toegepast bij busbanen en rammelstroken (overrijdbare stroken) van rotondes. De betonspecie kan volledig gekleurd worden, maar er kan ook kleurstof aan het oppervlak worden ingeschuurd.

Aanbrengen van voegen in beton
Voegen worden in de verse betonspecie getrild of later in het verse, verhardende beton gezaagd. Gezaagde voegen zijn strakker aan te brengen en genieten de voorkeur.

Uitwassen van beton
Door het uitwassen van de oppervlakte van cementbetonverharding wordt het granulaat in het beton zichtbaar en oogt de verharding natuurlijk. De verschillende uitwasdieptes in combinatie met bepaalde grindtypes en kleurpigmenten geven een onbeperkte vrijheid in ontwerp en uitvoering.

Uitgewassen beton wordt verkregen door verstuiving van een deactiveringsmiddel of bindingsvertrager dat aan het oppervlak het hardingsproces van het vers aangelegd beton vertraagt. Het betonoppervlak wordt vervolgens onder hoge druk schoongemaakt zodat de cementmelk, die niet is gehard, aan het oppervlak wordt weggespoeld en de toeslagstof vrijkomt.

Wandelpaden uitgevoerd in uitgewassen cementbeton Het cortenstaal accentueert de lijnvoering van het hoofdpad (Park Ledebergse Scheldemeander, Gent).

Door het uitwassen van het oppervlak van het beton wordt een ruwe structuur bekomen waardoor het pad minder glad is bij nat weer en dus de veiligheid vergroot.

6.2.10.2 Paden van betonstraatstenen

Straatstenen met draineeropeningen, straatstenen met verbrede voegen en waterdoorlatende betonstraatstenen

Opbouw van een pad van waterdoorlatende betonstraatstenen

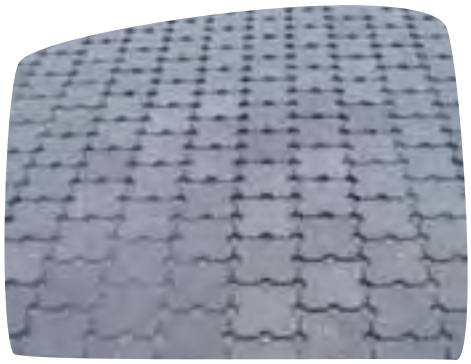
Deze types straatstenen zijn waterdoorlatend.
Bovenop de ondergrond wordt een niet-geweven geotextiel voorzien. Afhankelijk van de ondergrond wordt een onderfundering type II van 15 à 20 cm voorzien. Deze onderfundering zal zorgen voor de buffering van het water. Daarboven komt een fundering in drainerend schraal beton met een dikte variërend van 15 tot 25 cm. De waterdoorlatende of poreuze straatstenen worden geplaatst op een bed van brekerzand en steenslag met een fractie van 0-4 mm of van ternair mengsel (3 cm dik). Bij wandelpaden wordt het best een ternair mengsel gebruikt.

De waterdoorlatende fundering van drainerend schraal beton en een waterdoorlatende onderfundering zorgt voor de doorvoer van het water naar de ondergrond. Belangrijk is dat de volledige structuur waterdoorlatend is, zowel de straatstenen, de fundering als de onderfundering.

De betonstraatstenen worden na plaatsing opgevoegd. De voegen mogen niet te breed zijn en moeten goed gevuld zijn. Een kantopsluiting (afwerking van de zijkanten van het pad) is onontbeerlijk. Zonder opsluiting ontstaat binnen de kortste tijd schade aan de randen en de langsvoegen. In het geval dat er stenen met verbrede voegen of drainageopeningen gebruikt worden, is het van groot belang dat de voegen steeds gevuld worden met een doorlatend voegmateriaal. Op deze manier wordt vermeden dat de voegen volledig met fijn materiaal gevuld worden wat de reiniging kan bemoeilijken.

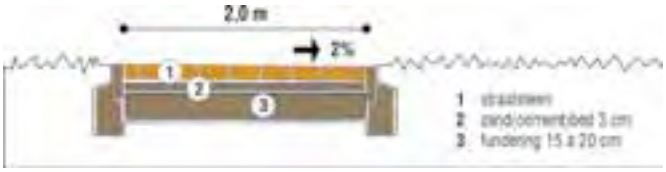
De tegels dienen in halfsteenverband dwars op de looprichting gelegd te worden zodat een hechtere samenhang tussen de tegels ontstaat en vermeden wordt dat er langsvoegen ontstaan.

Parking aangelegd in waterdoorlatende betonstraatstenen



Detail

Klassieke straatstenen



Opbouw van een pad van klassieke straatstenen

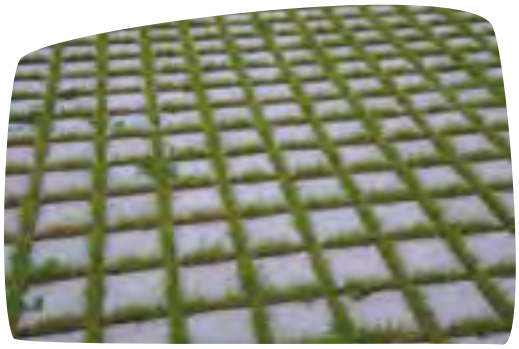
De fundering (15 à 20 cm dik) moet niet drainerend zijn en er wordt geen geotextiel voorzien. De klassieke straatstenen worden geplaatst op een bed van brekerzand en steenslag met een fractie van 0-4 mm, van ternair mengsel of van zandcement (3 cm dik). Een bed van zandcement heeft als nadeel dat het aan de betonstraatstenen gaat kleven en deze kunnen dan later niet hergebruikt worden. Een verharding van straatstenen wordt meestal met een verkanting van 2 cm/m aangebracht. De voegvulling kan bestaan uit zand of split (zie 6.1.6.3 Voegvullen).

6.2.10.3 Paden van betontegels

Opbouw van een pad van betontegels

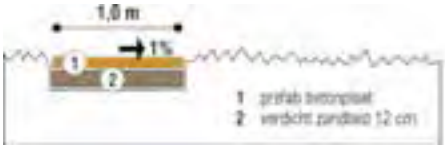
De typeopbouw voor paden van betontegels bestaat uit een funderingslaag van 15 à 20 cm. Hierop wordt een zand(cement)bed van 3 cm aangelegd. Tegels op een bed van zandcement hebben het nadeel dat de tegels niet of moeilijk hergebruikt kunnen worden. Indien de tegels niet toegankelijk zijn voor (gemotoriseerd) verkeer wordt bij voorkeur een zandbed toegepast. De betontegels worden na plaatsing opgevoegd.
Een opsluiting is onontbeerlijk. Als deze ontbreekt, ontstaat binnen de kortste tijd schade aan de randen en de langsvoegen. De tegels dienen in dwarsverband gelegd te worden om te verhinderen dat er langsvoegen ontstaan. Door deze te vermijden, is er een hechtere samenhang tussen de tegels.

De minimumdikte van tegels bedraagt 5 cm. Voldoende afwatering verhindert dat water langs de voegen kan wegsijpelen.
Net zoals bij natuursteenkeien (zie 6.2.6 Paden van natuursteenelementen (bestrating van in rijen te leggen keien)) kunnen ook betontegels met een grasvoeg geplaatst worden (zie foto hieronder). Als water zich tussen de boven- en onderlaag kan opstapelen, komen de tegels echter los te liggen en kunnen ze verzakken. Om dit te vermijden moet er voldoende drainage zijn.



Verharding van betontegels met een grasvoeg (Malpertuussite, Gent)
Foto: Trage wegen vzw

6.2.10.4 Paden van betonplaten



Opbouw van een pad van betonplaten

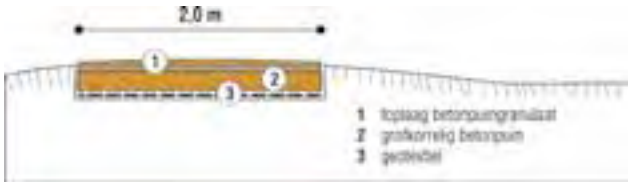
Voorgevormde betonplaten kunnen toegepast worden bij de aanleg van recreatieve paden en paden voor dienstenverkeer. Deze platen zijn in verschillende grootten en dikten verkrijgbaar (maximaal 2,50 x 2,50 m). De afmeting van de tegels bepaalt voor een groot deel de opbouw van het profiel.

Tevens zal de te verwachten belasting en de bestaande ondergrond bepalen of een fundering noodzakelijk is of niet. Voor wandel- en voetpaden kan een verdicht zandbed van ca. 12 cm dik van schoon, grof zand volstaan onder de platen. Voor wegen voor gemotoriseerd verkeer en vooral wanneer exploitatieverkeer toegelaten is, is het voorzien van een steenslagfundering onder het zandbed aangewezen.

Opslagloods met een aanpalende verharding van betonplaten (Groenendaal, Hoeilaart)

De plaatsing van betonplaten

6.2.10.5 Paden van gebroken betonpuin



Opbouw van een pad van gebroken betonpuin

Betonpuingranulaat is afkomstig van het breken en zeven van zuiver al dan niet gewapend beton. Wanneer gebruik gemaakt wordt van betonpuin voor de aanleg van paden, dient dit puin volgens SB250 COPRO-gekeurd te zijn. Dit om o.a. te voorkomen dat het puin asbest bevat.

Bij het gebruik van recuperatiematerialen voor de (her)aanleg van paden kan een afdeklaag van natuursteengranulaten of fijne fracties betonpuin (0-12 mm) aangebracht worden voor een natuurlijke uitstraling.

Er wordt 20 cm betonpuin aangebracht waarvan de toplaag fijn gefreesd en geprofileerd wordt volgens de omstandigheden. Doordat de onderlaag grofkorrelig is, kan het water gemakkelijk doorsijpelen. Het hele pad wordt zorgvuldig verdicht. Onder het betonpuin wordt een geotextiel voorzien om menging met de onderliggende laag te vermijden.

Niet alle betonpuin heeft dezelfde kwaliteit. In het bestek kunnen naast de normale voorschriften ook nog extra controles gevraagd worden zoals: weerstand tegen verbrijzeling, weerstand tegen afslijten en weerstand tegen vorst en dooi. Het puin dat geleverd wordt moet voldoen aan deze extra controles (zie 9.19 Asfalt).

6.2.11 Asfaltverhardingen

6.2.11.1 Verhardingen van asfalt en asfalt met bestrijking

Asfalt is een mengsel van minerale bestanddelen (stenen, zand en vulstof) met een bitumineus bindmiddel. Er bestaan verschillende soorten asfaltmengsels die van elkaar verschillen qua samenstelling en gebruikte grondstoffen of hulpstoffen, afhankelijk van de functie en plaats van het asfaltmengsel in de totale wegopbouw.

Er zijn verschillende types toplaagmengsels, zoals:
- asfaltbeton (AB);
- splitmastiekasfalt (SMA);
- drainerend asfalt of zeer open asfalt (ZOA);
- gietasfalt;
- gekleurd asfalt (asfaltbeton met additieven).

Deze toplaagmengsels verschillen van elkaar in de onderlinge verhouding van de samenstellende componenten steenslag, zand, vulstof en bitumen. Grofweg kan een indeling gemaakt worden in mengsels met een steenskelet (SMA, ZOA), met een zandskelet (AB) en met een vulstofskelet (gietasfalt).

Het klassieke asfaltmengsel, ook asfaltbeton genoemd, is een mengsel met zandskelet, met een continue korrelverdeling en waarin het aandeel van het zand in de samenstelling belangrijk (> 30%) is. De optimale stapeling en de inwendige wrijving van de zandkorrels zijn de fundamentele factoren waarvan de mechanische eigenschappen van het bitumineuze mengsel afhankelijk zijn.

Drainerend asfalt
Mengsels met een steenskelet, zoals splitmastiekasfalt (SMA) en zeer open asfalt (ZOA), worden gekenmerkt door een zeer hoog gehalte aan stenen (minstens 70% van het droge aggregaat). De spanningen in dit mengsel worden opgevangen door het contact van steen op steen. Zeer open asfalt heeft een laag mastiekgehalte, waardoor een hoog poriëngehalte wordt bereikt. Hierdoor heeft de asfaltverharding van zeer open asfalt de eigenschap dat het water intern kan draineren, waardoor dit soort asfaltmengsel ook wel drainerend asfalt wordt genoemd. Dit asfalttype biedt naast de veiligheid en het comfort van de weggebruiker, ook het voordeel dat door het hoge poriëngehalte het rolgeluid van de banden intern in het asfalt wordt gesmoord. Hierdoor is er een lager rolgeluid. Daarom wordt dit soort asfaltmengsel ook wel "fluisterasfalt" genoemd. Een nadeel van dit mengseltype is echter dat er in de winter sneller ijzelvorming optreedt en dat dooizouten minder effect hebben. De poriën geraken tevens snel gevuld met vuil, waardoor het poriëngehalte daalt.

Gietasfalt
Gietasfalt is een voorbeeld van een mengseltype met zogenaamd vulstofskelet, met een belangrijk aandeel mastiek (vulstof + bitumen). Bij de verwerking is het niet nodig dit type van asfalt te verdichten, het neemt spontaan een gunstige stapeling aan, daarom wordt het ook gietasfalt genoemd. Dit type wordt voornamelijk gebruikt als waterdichtende laag, bijvoorbeeld op bruggen of parkeerdaken.

Asfaltbeton
Voor toepassingen in groengebieden wordt vaak het klassieke asfaltmengsel, genaamd asfaltbeton, aangewend. Splitmastiekasfalt, zeer open asfalt en gietasfalt komen voor toepassing in groengebieden niet in aanmerking.

De opbouw van een asfaltbetonverharding bestaat uit een voldoende draagkrachtige onderfundering (grond of zand), een fundering (zandcement, schraal beton, gebroken puin of steenslag), een onderlaag in asfalt en een bovenlaag (of toplaag) in asfalt.

Voor wandel- en fietspaden, dienstwegen kan bijvoorbeeld als onderlaag type AB-3A, granulaat 0-14 mm met een dikte van 6 cm gebruikt worden. Als toplaag kan men type AB-4C, granulaat 0-10 mm met een dikte van 4 cm aanwenden.

Gekleurd asfalt
Asfalt is in verschillende kleuren verkrijgbaar. Verhardingslagen van gekleurd asfalt worden gebruikt om esthetische redenen, om visueel bepaalde verkeerssituaties te benadrukken (bv. parkeerstroken, aanliggende fietspaden, ...). De kleur wordt verkregen door toevoeging van bepaalde kleurstoffen aan een synthetisch en pigmenteerbaar bindmiddel en wordt eventueel versterkt door het gebruik van gekleurde granulaten.

Naast gekleurd asfalt kan er ook een print gezet worden op asfalt. Zo krijg je een verharding met de voordelen van asfalt (sterk, comfortabel, snel aan te leggen) en met bijvoorbeeld het uiterlijk van een klinkerbestrating. Om afbrokkelen te vermijden wordt na het printen een opvulling voorzien met thermoplasten. In het nog warme, licht afgewalste asfalt wordt met een stalen mat een print getrild.

Bestrijking
Een bestrijking* is een oppervlaktebehandeling waardoor een conserveringslaag bekomen wordt. Het oorspronkelijke doel is om scheurtjes en oneffenheden te dichten en daarmee het asfalt te conserveren en te beschermen tegen de weersinvloeden en ultraviolette straling. De bestrijking is in het SB250 opgenomen onder herstellingswerkzaamheden. In de beschreven vorm is het een dunne laag fijne steenslag (split) die met behulp van een kleeflaag van bitumen op een bestaande asfaltverharding gekleefd wordt.

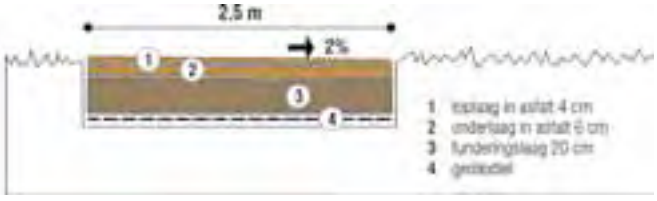
Geasfalteerd pad met bestrijking
(Lac de l'Eau d'Heure, Boussu-Lez-Walcourt)

Detail van een geasfalteerd pad met bestrijking

Belangrijker als toepassing in groengebieden is een bestrijking als "afstrooilaag" of "begrinding" met steenslag (met een fractie van 4-7 mm). Deze kan toegepast worden wanneer het uiterlijk van asfalt niet wenselijk is, maar wel de voordelen (lange levensduur, onderhoudsvriendelijk en stevig). Deze toepassing wordt in binnen- en buitenland vaak toegepast voor fietspaden in buitengebieden. Paden ogen natuurlijker en kunnen zo beter ingepast worden in de omgeving.

Voor autoverkeer is de toepassing van een dubbele bestrijking wenselijk.

6.2.11.2 Paden van ecologisch asfalt



Opbouw van een pad van ecologisch asfalt

Ecologisch asfalt met plantaardig bindmiddel
Ecologisch asfalt is een mengsel van minerale bestanddelen waarbij bitumen vervangen wordt door plantaardige bestanddelen.

Het gaat om een bitumineus mengsel op basis van een doorzichtig bindmiddel en is vervaardigd uit hernieuwbare plantaardige materialen. Het benadrukt de natuurlijke kleur van de granulaten. De dikte van de toplaag is 4 cm.

Het asfalt kan waterdoorlatend aangelegd worden. De fundering dient dat daarom ook te zijn. Er wordt een steenslagfundering met continue korrelverdeling zonder toevoegsels aangewend of bij smallere verhardingsstroken, een drainerende schraal betonfundering met geotextiel.

Deze mengsels worden vervaardigd bij temperaturen die lager zijn (30-40°C). Op die manier bevorderen ze een energiebesparing bij de productie/aanleg. Het bindmiddel evolueert doorheen de tijd en daarom is het sowieso aangewezen om gedurende de eerste 7 dagen na de plaatsing belasting te vermijden.

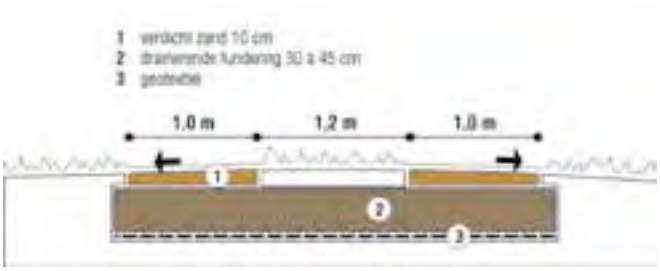
Bij de aanleg van het asfalt met plantaardig bindmiddel dient de asfaltmachine vooraf helemaal schoon gemaakt te worden, anders krijgt de verharding een zwarte kleur in plaats van de kleur van het granulaat.

Ecologisch bitumineus mengsel 3 E
Deze bitumineuze mengsels worden vervaardigd bij temperaturen die 40 tot 45°C lager zijn dan voor een klassiek bitumineus mengsel. Er is ongeveer 20% minder energie voor nodig dan voor het vervaardigen van traditionele bitumineuze mengsels. De uitstoot van broeikasgassen is 15 tot 20% lager.

Het gebruiksdomein is hetzelfde als voor de bitumineuze mengsels. De op deze manier vervaardigde bitumineuze mengsels bezitten ongeveer dezelfde eigenschappen als de bitumineuze mengsels van dezelfde categorie die worden vervaardigd bij hoge temperaturen.

6.2.12 Tweesporenpaden

6.2.12.1 Tweesporenpaden van gras in combinatie met zand of grond

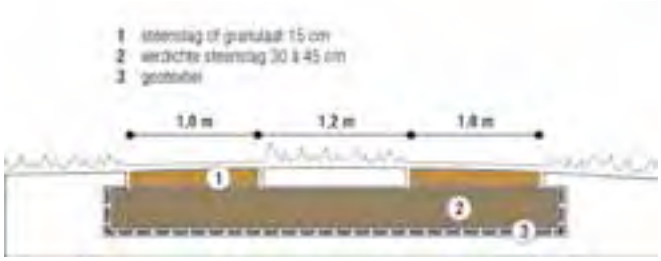


Opbouw van een tweesporenpad met gras en zand of grond

Deze paden zullen vaak spontaan ontstaan door gebruik van een graspad door gemotoriseerd verkeer. Het zand of de grond ter hoogte van de sporen zal door gebruik gecompacteerd worden. Daardoor ontstaan vaak verlaagde sporen en kan er plasvorming optreden bij nat weer.

Wanneer een tweesporenpad wordt aangelegd, heeft het bij voorkeur een tonrond profiel waardoor het water naar de buitenzijde wordt geleid en de kans op plasvorming vermindert. Ook kan gekozen worden om ter hoogte van de sporen een drainerende fundering onder het zand toe te passen.

6.2.12.2 Tweesporenpaden van gras in combinatie met steenslag



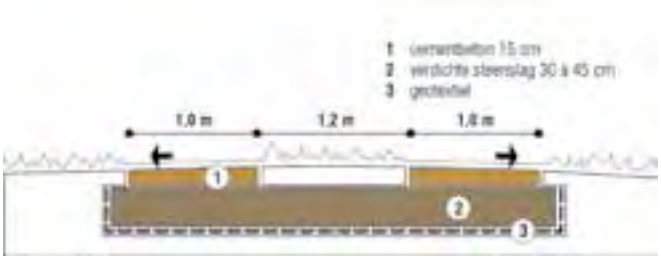
Opbouw van een tweesporenpad met gras-steenslag

Om de kans op plasvorming te beperken kan ter hoogte van de rijstroken een verharding voorzien worden van steenslag. Hiervoor moet een waterdoorlatende opbouw toegepast worden zodat het water kan infiltreren.

Onder de toplaag van steenslag (met een fractie van 2-7 mm) wordt een fundering van verdichte steenslag (met een fractie van 7-32 mm) voorzien op een geotextiel. De dikte van de funderingslaag zal, afhankelijk van de te verwachte belasting, variëren tussen 30 en 45 cm. De sporenpaden worden volledig tonrond aangelegd, zodat het water naar de zijbermen wordt geleid.

Bij voorkeur wordt bij dit type sporenpad geen opsluitband gebruikt om een natuurlijke uitstraling te bekomen.

6.2.12.3 Tweesporenpaden van gras in combinatie met een elementen- of gesloten verharding



Opbouw van een tweesporenpad met gras in combinatie met cementbeton

Allerlei combinaties zijn mogelijk om de sporen van een tweesporenpad te verharden. Een aantal aandachtspunten bij de keuze van materialen voor deze toepassing zijn:

- Elk spoor in elementenverharding (beton en natuursteen) dient voorzien te worden van een boordsteen aan twee zijden. Dit brengt een hoge materiaalkost met zich mee en visueel is er een sterke opdeling.
- Het volledige pad ligt tonrond: ook de verharde stroken hellen naar de buitenzijde van het pad.

Een veel voorkomend materiaal voor tweesporenpaden in landbouwgebieden is cementbeton. Ook geprefabriceerde betonplaten (al dan niet met uitsparingen) met een breedte van één spoor zijn een mogelijk verhardingsmateriaal (zie 6.2.10 Betonpaden).

Een tweesporenpad in cementbeton tijdens de aanlegfase

Het gebruik van geprefabriceerde geperforeerde betonplaten als tweesporenpad

6.2.13 Opsluitbanden

6.2.13.1 Opsluitband in hout

De opsluiting van dit schelpenpad bestaat volledig uit hout. Op de paaltjes is aan de binnenzijde een houten plank bevestigd. Voor deze constructie werd enkel rondom de palen een fundering voorzien.

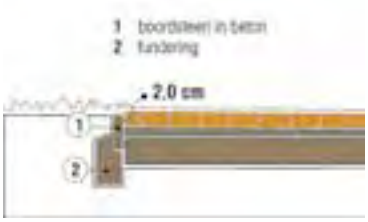
6.2.13.2 Opsluitband in natuursteen

SB250 VIII–1.1

De mogelijkheden van natuursteen als kantopsluiting zijn zeer uitgebreid. Tal van natuursteensoorten zijn geschikt, maar de meest courante soorten zijn graniet en basalt. De natuursteenbanden worden bij voorkeur in een fundering in schraal beton aangebracht, die tevens als stut dient (het opvangen van zijdelingse druk).

6.2.13.3 Opsluitband in beton

SB250 VIII–1.1



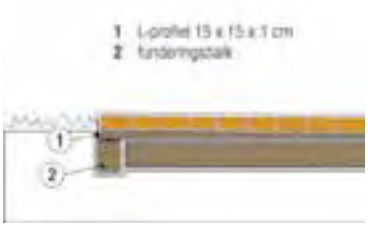
Opsluiting met een boordsteen in beton

Betonbanden zijn veruit de meest toegepaste kantopsluitingen voor verhardingen. Betonbanden worden bij voorkeur in een fundering (en stut) in schraal beton aangebracht. Betonbanden worden meestal niet gekozen omwille van hun uitzicht, maar omwille van de lage kostprijs, eenvoudige plaatsing en uitgebreid gamma. Er zijn tal van betonbanden verkrijgbaar die aansluiten bij de kleur van de verharding of die omwille van hun vorm of afmeting bijdragen aan de vormgeving van het pad.

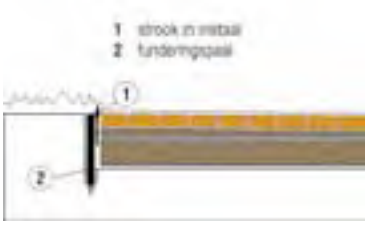
Als de voorkeur bestaat om een betonband weinig in het oog te laten springen, kan deze "verlaagd gesteld" worden. Dit wil zeggen dat de bovenkant van de band lager ligt dan de bovenkant van de verharding (2 cm).

Aanleg van een boordsteen in beton Voor deze constructie is een fundering in schraal beton nodig over de volledige lengte van het pad (Duinbossen, Klemskerke, De Haan).

6.2.13.4 Opsluitband in metaal



Opsluiting met L-profiel in staal



Opsluiting met een opsluitband in metaal

Mogelijke metaalsoorten voor de constructie van opsluitingen zijn roestvrij staal, cortenstaal en gemetalliseerd bandijzer. Cortenstaal is een koperhoudende staalsoort. De roestkleurige oxidatiehuid dient zich eerst te vormen bij de fabrikant waarna het staal wordt gereinigd met een hogedrukreiniger. Enkel het zo geconditioneerde staal mag gebruikt worden voor fabricage van de nodige elementen.

De opsluiting in metaal kan met L-vormige profielen uitgevoerd worden zoals in bovenstaande tekeningen of met stroken staal. De profielen kunnen met bouten verankerd worden aan funderingsbalken van beton. De profielen zijn uiterst geschikt voor het realiseren van een opsluiting van rechte paden omdat de elementen niet flexibel zijn. Het is echter een zeer kostelijke constructie.

Een opsluiting van een pad met stroken of banden (6-8 mm) van staal (cortenstaal of gemetalliseerd staal) kan echter een voordeel geven voor het realiseren van opsluitingen van slingerende paden, daar dit materiaal (in beperkte mate) flexibel is. Deze constructie is tevens veel eenvoudiger en ook goedkoper.

De opsluitbanden van stroken (gebogen of geplooid) worden gefixeerd met verticaal geplaatste bevestigingsplaatjes van 600 x 50 x 6 à 8 mm. Deze plaatjes zijn onderaan 15 mm omgeplooid om weerstand te bieden tegen het opvriezen. De bevestigingsplaatjes worden met moer en bout losjes aan de opsluitbanden bevestigd. Er worden met de bodemboor 65 cm diepe kokers ter hoogte van de bevestigingsplaatjes geboord. Vervolgens worden de opsluitbanden geplaatst, uitgepast en voorlopig gefixeerd waarbij men de bevestigingsplaatjes in de kokers laat zakken. De moeren en bouten van bevestigingsplaatsjes worden stevig aangevezen en de boorgaten worden opgevuld met grond of zandcement. Hierna kan de voorlopige fixatie weggenomen worden.

Deze methode kan toegepast worden bij rechte en gebogen metalen opsluitbanden.

Gebogen opsluitbanden van 6 à 8 mm moeten ter plaatse met de wals in de goede curve voorgevormd worden. Metalen opsluitbanden worden aan elkaar gezet met plaatjes die met 4 moeren en bouten vastgezet zijn, rekening houdend met uitzettingsvoeg. Deze methode gaat terug tot de 19de eeuw wanneer alle grasperken in parken op deze manier afgeboord werden.

Opsluiting met een strook in (corten)staal

Beheer van paden en verhardingen

Deel 7

7 Beheer van paden en verhardingen

In dit hoofdstuk worden richtlijnen en maatregelen beschreven voor het beheer van paden en verhardingen. Er wordt nader ingegaan op onkruidpreventie en –bestrijding en het herstel van paden en verhardingen. Elk van deze maatregelen wordt uitgevoerd met de intentie paden en verhardingen veilig en toegankelijk te houden.

7.1 Onkruidpreventie en -bestrijding

Sinds 2001 geldt het decreet houdende “de vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten” in het Vlaams Gewest. Het decreet regelt een nulgebruik van pesticiden vanaf 2004 tenzij een stapsgewijze afbouw wordt goedgekeurd. Dit wetgevend kader noopt beheerders tot andere, aangepaste niet-chemische methodes voor onkruidbestrijding, maar benadrukt de nood om preventief te werk te gaan bij ontwerp, aanleg en onderhoud.

7.1.1 Onkruidpreventie

Als het niet gewenst is dat onkruid onbeperkt groeit, dan mag het daar ook de kans niet toe krijgen. De eerste keuze is altijd om preventief te werken. Voorkomen is beter dan bestrijden. Preventie richt zich op een goed ontwerp voor nieuwe realisaties en beheermaatregelen om de onkruidgroei op paden en verhardingen te vermijden.

7.1.1.1 Aandachtspunten bij het ontwerp

Opdrachtgever en ontwerper moeten zich de vraag stellen of het voorgestelde ontwerp weinig vatbaar is voor onkruidgroei en na realisatie goed kan worden beheerd op niet-chemische wijze. Dat uitgangspunt moet van bij de aanvang worden meegegeven en moet dan ook meespelen bij de beoordeling en uiteindelijke oplevering van het ontwerp. De verharding moet in goede staat blijven zonder chemische bestrijdingsmiddelen en zonder andere zeer intensieve en dure beheermethoden.
De kans op onkruidgroei neemt toe door drie factoren: de opstapeling van organisch materiaal, de aanwezigheid van water en het gebrek aan voldoende betreding. Bij het ontwerpen van een nieuwe verharding moet daarmee rekening worden gehouden.

Dit zijn enkele aandachtspunten bij het ontwerp van paden en verhardingen:

Vermijd een voedingsbodem

- Zorg in het ontwerp dat er zo weinig mogelijk plaatsen zijn waar de wind stilvalt, zoals in opstaande kanten of in hoeken. Dat zijn immers de plaatsen waar organisch materiaal zich verzamelt. Zorg dat de wind de verharding kan schoonblazen.
- Zorg ervoor dat voegen zo weinig mogelijk organisch materiaal bevatten. Als voegvulsel is een inert* en voedingsarm materiaal (bv. split) beter dan aarde of ander vruchtbaar materiaal.
- Zorg bij een elementenverharding voor een opsluiting die waarborgt dat de verharding niet kan schuiven of opengaan. Dat leidt immers tot bredere voegen en dus een groter risico op de vestiging van onkruid.
- Vul brede zand- of grondvoegen op met een voegvulmiddel. Deze maatregel heeft wel als minpunt dat water niet meer kan draineren doorheen de voegen.
- Zorg voor een goede aansluiting van de verharding met straatmeubilair zoals verkeersborden, paaltjes, banken, ...

Vermijd waterplassen

- Zorg voor een goed gedraineerde fundering. Een vlotte afwatering of afvoer over de verharding en door de fundering is nodig.
- Zorg ervoor dat verhardingen zoveel mogelijk, en rekening houdend met het gebruik, worden aangelegd op zonbeschenen plaatsen zodat het water kan verdampen.
- Vermijd elke vorm van ongelijkheid (brede diepe voegen, verzakkingen). Water en organisch materiaal verzamelen zich hier.

7.1.1.2 Beheermaatregelen voor onkruidpreventie

Waar organisch materiaal zich opstapelt en vocht vasthoudt, ontstaat een ideale voedingsbodem voor onkruidgroei. Verhardingen vrij houden – dus vrij van organisch materiaal en zaden – voorkomt onkruidgroei. Dit gebeurt meestal machinaal, eventueel aangevuld met manueel werk door straatvegers en groenarbeiders.

Bladblazen en -zuigen

Toepassing	Bladblazen is de mechanische verplaatsing van bladstrooisel, eventueel gecombineerd met verwijdering om ophoping van organisch materiaal te beperken. Bij bladblazen is het noodzakelijk bladeren naar een ruimte te blazen waar het windstil is, zoals een houtkant, waar de bladeren rustig kunnen verteren. Is dit niet voorhanden, dan zal het blad alsnog geruimd moeten worden door te vegen. Bij het bladzuigen worden de bladeren sowieso afgevoerd.
Waar	Bladblazen kan in principe overal toegepast worden maar het wordt meestal in een verstedelijkte context toegepast omwille van esthetische of veiligheidsoverwegingen (gladheid verharding).
Wanneer	Tijdens de herfst
Pro/contra	Intensieve methode omwille van arbeidsintensiviteit en noodzaak aan frequente herhaling

Ophoping van bladeren op een elementenverharding

Vegen

Toepassing	Vegen is een eenvoudige preventieve techniek die de verhardingen niet beschadigt. Kunststofborstels vegen de voedingsbodem voor onkruid in een opvangcontainer. Op deze manier worden onzuiverheden zoals zand, bladeren en zwerfvuil verwijderd. Zeer kleine en fijne onkruidzaden worden eveneens mee opgezogen in de opvangcontainer.
Waar	Vegen is toepasbaar op elke gebonden of elementenverharding.
Wanneer	Deze methode kan het hele jaar rond toegepast worden. Regelmatig vegen (6 tot 40 maal per jaar) is zeer preventief tegen onkruid.
Pro/contra	Arbeidsintensieve methode maar bij regelmatige herhaling kostenbesparend.

7.1.2 Onkruidbestrijding

7.1.2.1 Aandachtspunten bij het ontwerp

Bij het ontwerp van en pad of verharding dient voldoende aandacht besteed te worden aan de toegankelijkheid voor machines voor onkruidbestrijding:

- Vermijd het plaatsen van boordstenen in scherpe hoeken.
- Beperk het aantal opstaande elementen zoals paaltjes. Dit kan door verschillende functies zoveel mogelijk samen te brengen op één element, uiteraard binnen de wettelijke richtlijnen (bv. maximaal aantal verkeersborden per paal).

7.1.2.2 Technieken voor onkruidbestrijding

Mechanische bewerkingen zoals schoffelen, rijven, frezen, ...

Toepassing	Deze methodes resulteren elk in het losmaken en/of verwijderen van de toplaag. Bij deze bewerking wordt het onkruid ook losgemaakt. De bewerkingen kunnen manueel (met behulp van rijf, schoffel of hark) of mechanisch (met behulp van een frees, rotoreg of mechanische schoffel) uitgevoerd worden.
Waar	Deze bewerkingen worden toegepast bij alle vormen van half- of volledig open verhardingen, gaande van zand- en grondpaden (verwijderen humuslaag) tot halfverhardingen met granulaten (onkruid verwijderen en verdichting tegengaan). Door halfverhardingen, zoals grind en split, regelmatig oppervlakkig te schoffelen of te harken, krijgen mos, algen en onkruid minder kans om zich te ontwikkelen.

Wanneer	Schoffelen kan het hele jaar rond worden toegepast. Het beste resultaat bekomt men in drogere perioden. Het onkruid wordt dan sterk uitgeput en er is een zeer sterke verkruimeling van de toplaag. Bij regen ontstaat een modderige toplaag. Bij herhaaldelijk schoffelen, wordt een fraai resultaat bekomen. De frequentie is afhankelijk van de betreding en de aanvoer van humusachtig materiaal.
Pro/contra	Deze behandeling is zeer arbeidsintensief en weinig effectief in het vegetatieseizoen. De wortel zal dan gemakkelijk terug ontwikkelen in de losgewerkte toplaag.

Oppervlaktebewerking met een rotoreg
Foto: Stad Gent

Borstelen

Toepassing	Door de schurende beweging van draaiende borstels wordt de onkruidgroei bovengronds verwijderd. Soms zal een deel van de ondergrondse plantendelen door de kracht mee uitgerukt worden. Bij sommige stevige onkruidsoorten, zoals varkensgras, is dit echter niet het geval.
Waar	Borstelmachines kunnen met zeer goed resultaat worden ingezet voor het onderhoud van gebonden verharding en elementenverharding. Bij verhardingen met brede voegen, zoals kasseiwegen, is een toepassing van borstels minder aangewezen, aangezien er teveel voegmateriaal mee uitgeborsteld zal worden. Na het reinigen dient de voegvulling sowieso te worden gecontroleerd en waar nodig dient de voegvulling opnieuw aangevuld te worden.
Wanneer	Borstelen kan het hele jaar rond worden toegepast. De ideale periode is echter het najaar. Het onkruid laat zich in de herfst het makkelijkst verwijderen, er is minder stofvorming en de ondergrond gaat met een mooi uitzicht de winterperiode in. Herhaling (2 tot 3 maal per jaar) is sowieso noodzakelijk omdat de methode enkel curatief werkt.

Pro/contra	De onkruidgroei komt vrij snel terug uit de wortel. Aangezien sommige tegel- en klinkersoorten gevoelig zijn voor deze vaak stugge borstels, dient men hiermee rekening te houden bij het maken van de borstelkeuze. De ondergrond is geheel vrij van begroeiing na borstelen. Bij goed werkende systemen wordt niet alleen het onkruid weggenomen maar ook de voedingsbodem voor nieuw onkruid.

Borstelen met een zelftrekkende machine
Foto: Stad Gent

Borstelen met een tractor
Foto: Stad Gent

Branden

Toepassing	Bij branden worden de bovengrondse plantendelen verhit. De temperatuur in de branderbak is ongeveer 900°C, maar door de rijsnelheid en de afkoeling krijgt de onkruidgroei een temperatuur tussen de 75° en 90°C te verwerken ("branden" is dus strikt gezien niet de juiste term). Wanneer de temperatuur van de plant oploopt tot deze temperaturen barsten de celwanden en stollen de eiwitten in het celvocht. Hierdoor gaan de planten verwelken en afsterven. Het resultaat is bijna onmiddellijk (na enkele minuten) zichtbaar. Wanneer de behandeling herhaald wordt, geraakt de vegetatie gradueel uitgeput. Als de plant na de hergroei telkens opnieuw wordt aangepakt, worden de voedselreserves in de wortel opnieuw aangesproken, waardoor deze reserves stilaan op geraken. Na verloop van tijd zal de plant definitief afsterven.

Waar	Branders kunnen toegepast worden op alle verhardingen, ook op open verhardingen. De verharding dient wel vrij egaal te zijn. Op sommige halfverhardingen (bv. schors) en in droge omgevingen moet de toepassing vermeden worden omwille van het risico op brandgevaar.
Wanneer	Het ideale moment om te branden is de zomer of het najaar. Op dat ogenblik is de plant het meest kwetsbaar en het snelst uitgeput. Een herhaling van 4 tot 5 maal per jaar is aangewezen. Economisch wordt het efficiëntst gewerkt bij een droge vegetatie, dit werkt ook het snelst. Branden bij een vochtige vegetatie is ook mogelijk. Hierdoor stijgen de kosten, aangezien het vocht ook mee opgewarmd moet worden. De methode is niet geschikt bij zware onkruidgroei.
Pro/contra	De werksnelheid van deze methode is tamelijk groot, maar er komt vrij snel hergroei van het onkruid waardoor de behandeling herhaald moet worden. De branders verbruiken veel energie.

Onkruidbestrijding door branden
Foto: Stad Gent

Hete luchtmethode

Toepassing	De werking en toepassing komt voor een groot gedeelte overeen met die van de branders. Het grootste verschil is echter dat bij de hete-luchtschroeiers er geen vlammen aan de effectieve bestrijding te pas komen. Hierdoor is het brandgevaar heel wat kleiner. De bovengrondse delen van de plant worden sterk verhit. Als de temperatuur van de plant 70°C bereikt, barsten de celwanden open en stollen de eiwitten in het celvocht. Hierdoor zullen de planten na verloop van tijd gaan verwelken en afsterven. Herhaling van de behandeling put de vegetatie uit.
Waar	Onkruid verschroeien met hete lucht is mogelijk op elke verharding.

Wanneer	De grootste impact wordt verkregen in de zomer en het najaar. Op dat ogenblik is de plant het meest kwetsbaar en makkelijker uitputbaar. Het snelst en meest economisch wordt gewerkt bij een droge vegetatie. Werken bij een vochtige vegetatie is ook mogelijk maar daardoor stijgen de kosten, het vocht moet ook mee opgewarmd worden. Bij een laattijdig onderhoud heeft een toepassing weinig zin en moeten eerst andere methodes worden ingezet. In een eerste fase moet wat intensiever gewerkt worden en zijn tussenliggende periodes van 1 tot 2 maanden aangewezen. Indien de plant telkens na de hergroei opnieuw wordt aangepakt worden de voedselvoorraden in de wortel aangesproken en zal de plant definitief verdwijnen.
Pro/contra	De brander is afzonderlijk opgesteld van de schroeikamer. Het onkruid komt daardoor nooit in contact met de vlammen en het brandgevaar is nihil.

Heetwatermethode

Toepassing	Ook bij deze methode wordt het principe van opwarming van de plantencellen toegepast. Het water wordt opgewarmd tot 300°C en vervolgens via een slangensysteem over de plant gebracht. Wanneer het water effectief bij de plant terecht komt, heeft men nog te maken met (bijna) kokend water van om en bij de 95°C. Hierdoor warmen de plantencellen op en barsten, net als bij branden, de celwanden open en stollen de eiwitten. Dit heeft het afsterven van de bovengrondse delen van de plant tot gevolg.
Waar	De heetwatermethode kan op alle soorten verhardingen worden toegepast. Ook op niet verharde ondergronden is deze methode een optie. Het spreekt voor zich dat bij deze techniek geen brandgevaar is, aangezien de opwarming volledig door water gebeurt. Obstakels vormen geen probleem.
Wanneer	Onkruidbestrijding met heet water is het hele jaar toepasbaar. De zomer is echter het ideale moment. Een herhaling van 2 tot 3 maal per jaar is aangewezen.
Pro/contra	angezien het water tot enkele centimeters in de bodem nog van aanzienlijke warmte is, worden ook de ondiepe wortels beschadigd. Toch is frequente herhaling nodig. Deze werkwijze vraagt veel energie en is niet geschikt voor grote oppervlakken.

Stomen

Toepassing	Op de onkruidgroei wordt onder druk stoom aangebracht (net boven 100°C) via een balk: het onkruid wordt verhit en sterft af. De stoombak is aan een werktuigdrager gemonteerd.
Waar	De methode is toepasbaar op elk type verharding, maar door te werken met een balk vormen obstakels en reliëfverschillen een probleem. Het spreekt voor zich dat bij deze techniek geen brandgevaar is, aangezien de opwarming volledig door water gebeurt.
Wanneer	De toepassing is tijdens de gehele groeiperiode bruikbaar. Een herhaling van 4 tot 5 maal per jaar is aangewezen.
Pro/contra	Deze werkwijze vraagt veel energie, maar is geschikt voor grotere oppervlakken.

7.2 Het maaien van paden en verhardingen

Maaien

Toepassing	Het maaien kan met een cirkel- of balkmaaier aan een trekker of met de bosmaaier. De bosmaaier kan op kleinere schaal worden ingezet op plaatsen die onbereikbaar zijn voor de grotere machines.
Waar	Soms is het aangewezen om op een verharding onkruidgroei toe te laten of wordt het zelfs gefaciliteerd (bv. gras-steenslag). Daarvoor kunnen diverse redenen zijn. Het kan gaan om een na te streven beeld, om een vermindering van het onderhoud of om het creëren van mogelijkheden voor waterinfiltratie. Er zijn diverse toepassingen mogelijk. Het kan gaan om graspaden, al dan niet gefundeerd, of verstevigingen zoals betongrasdallen of graskunstofplaten. Elk van deze verhardingen hebben de bedoeling gras- en/of onkruidgroei toe te laten. Een maaibeheer is hier op zijn plaats.
Wanneer	Bewandelbare oppervlaktes moeten in principe zeer frequent gemaaid worden, in de regel tweewekelijks. Waar het beheer extensiever kan zonder aan toegankelijkheid in te boeten, wordt er tweemaal per jaar gemaaid. Een eerste maal mei-juni en een tweede maal augustus-september.
Pro/contra	Het gebruik van een bosmaaier vermindert de kans op beschadiging van meubilair. Omwille van ergonomische redenen is het echter niet aangewezen om grotere oppervlakken met een bosmaaier te beheren.

7.3 Het herstellen van paden en verhardingen

7.3.1 Oorzaken van schade aan paden en verhardingen

7.3.1.1 Schade door erosie

Het feit dat er in groengebieden preferentieel voor onverharde en halfverharde paden gekozen wordt, maakt deze wel gevoeliger voor beschadiging. Beschadigingen vanwege erosie, die zich het vaakst uiten onder de vorm van spoorvorming, verzakkingen of uitstekende stenen, leiden initieel tot een vermindering van het comfort. Zonder verdere herstelmaatregelen zal ook de veiligheid in het gedrang komen.

Erosie kan het gevolg zijn van oneigenlijk of onaangepast menselijk gebruik in combinatie met nadelige omgevingsfactoren. Hieronder zetten we de belangrijkste oorzaken even op een rijtje.

Oneigenlijk menselijk gebruik

- Het gebruik van de paden of verhardingen door zwaardere voertuigen dan voorzien: naargelang het type pad kan dit verschillen, maar logischerwijs is de impact het grootst door voertuigen voor beheerwerken zoals tractors, trailers en vrachtwagens. Maar ook kleinere voertuigen zoals bv. terreinwagens kunnen een nefaste invloed hebben naargelang het type verharding en de omstandigheden (bodemtype, reliëf).
- Er zijn recreatieve gebruiksvormen die, naargelang de intensiteit, een nefaste impact hebben op verhardingen. De ruiterij (door de hoefslag van paarden) is een gekend voorbeeld. Maar bijvoorbeeld ook mountainbikes kunnen sterke spoorvorming veroorzaken.

Nadelige omgevingsfactoren (zie 6.1.3 Waterafvoer en drainage)

- Een gebrekkige drainage of afwatering kan het resultaat zijn van het aanwezige bodemtype (zware bodems laten weinig infiltratie toe) of een gebrek aan afwateringstructuren (grachten, greppels, riolering, ...).
- Op hellingen neemt de watersnelheid sterk toe, wat kan leiden tot de verplaatsing van toplaagmateriaal (losse granulaten zijn over het algemeen gevoeliger).

Om beschadigingen aan paden en verhardingen te voorkomen moet er de nadruk op gelegd worden dat in de ontwerpfase juiste keuzes moeten gemaakt worden met betrekking tot waterafvoer, drainage en opbouw van de verharding (zie 6.1 Algemene technische aspecten van paden en verhardingen).

7.3.1.2 Schade door wortelopdruk

Het is belangrijk het pad of verharding zo aan te leggen dat de wortelzone van bomen maximaal gemeden wordt. Dit is de meest efficiënte methode om wortelschade te vermijden (zie 5.1.7 Aanleg van verharding nabij bomen). Remediëren is bijna onmogelijk zonder het toepassen van drastische ingrepen zoals het verwijderen van bomen en het uitfrezen van wortelstelsels.

Een aandachtspunt hierbij is dat in principe alle boomsoorten voor een deel horizontale wortels vormen. Het opduwen van de verharding door boomwortels kan voorkomen worden door voldoende afstand te houden of door het gebruik van specifieke technieken voor wortelgeleiding en –wering (zie 6.1.7.3 Technieken en voorzieningen voor locaties met bomen nabij verharding).

Daarnaast kan ook de materiaalkeuze voorkomen dat de verharding opgeduwd wordt door boomwortels. Het verhogen van de fractie leem in halfverhardingen kan de plasticiteit van de verharding doen toenemen. Wandelpaden aangelegd in cementverharding hebben het minst last van opkruipende boomwortels. Bitumineuze verhardingen daarentegen hebben meer te maken met problemen met wortels.

7.3.2 Herstelmaatregelen

De maatregelen om beschadigingen aan verhardingen te herstellen, beperken zich tot de verbetering van de waterafvoer en drainage van het pad of de verharding en de heraanleg van de verharding.

7.3.2.1 Verbetering waterafvoer en drainage

Hierbij is het van belang de algemene principes voor de aanleg van paden toe te passen (zie 6.1 Algemene technische aspecten van paden en verhardingen). De belangrijkste ingrepen voor herstel die hierbij aangehaald worden zijn:

- realisatie van een goede afwatering door een correcte herprofilering van de verharding of het eventueel aanbrengen van constructies;
- herstel van de drainagecapaciteit van de verharding.

7.3.2.2 Heraanleg

Wanneer er sprake is van een heraanleg van de verharding, is het in het bijzonder voor halfverhardingen aangewezen zowel onderfundering, fundering als toplaag te vervangen. Het herstel van beschadigingen lukt slechts tijdelijk door oppervlakkig herstel van de toplaag. Het vullen van putten is een voorbeeld van een weinig efficiënte en zeer kortstondige herstelmaatregel. Zolang de opbouw van de verharding niet integraal aangepakt wordt, is de kans zeer reëel dat de beschadiging zich op korte termijn terug voordoet. Daartoe moet de verharding plaatselijk over voldoende oppervlakte verwijderd worden (door afschrapen). Een duurzaam onderhoud veronderstelt echter het herstel over hele secties. De financiële inspanningen worden op die wijze meer ruimtelijk geconcentreerd. Maar deze aanpak verzekert wel dat er niet jaarlijks zeer verspreid wederkerende herstellingen uitgevoerd moeten worden.

Stel herstellingen aan verhardingen niet uit. Beschadigde verhardingen geven immers aanleiding tot meer onkruidgroei.

Beleidsmatige context

Deel 8

8 Beleidsmatige context

8.1 Wetgeving

De wetgeving die relevant is voor de aanleg en het beheer van paden en verhardingen is zeer uiteenlopend en betreft onder andere deze inzake ruimtelijke ordening, bos, natuur en onroerend erfgoed. Dit vademecum heeft niet de intentie om alle mogelijke beleidsdocumenten die een weerslag kunnen hebben uit de doeken te doen. We wensen enkel een overzicht te geven van welke elementen van de wetgeving (bv. vergunningsplicht) relevant kunnen zijn voor paden en verhardingen.

Elk van de aangehaalde wetgevingen vormt een afzonderlijk geheel bestaande uit een decreet en uitvoeringsbesluiten (besluiten van de Vlaamse regering), aangevuld met ministeriële besluiten en omzendbrieven. Ze regelen bepaalde activiteiten door een vergunningsplicht op te leggen. Enkel voor de wegen bestaat er nog geen decreet en wordt nog steeds beroep gedaan op (federale) wetten. De gemeentes en provincies kunnen via de verordeningen nog bijkomende voorwaarden opleggen, bovenop de wetgeving van een hoger ambtelijk niveau.

Een uitgebreid overzicht van de Vlaamse wetgeving is terug te vinden op volgende website: www.codex.vlaanderen.be.

8.1.1 Burgerlijk Wetboek

Indien men een weg wenst aan te leggen, dient men eerst de eigendomssituatie na te gaan. Indien de gronden in eigendom zijn van diegene die de weg wenst aan te leggen (de vergunningsaanvrager) dan stelt er zich geen probleem.

Indien de terreinen waar men de weg wenst aan te leggen echter in eigendom zijn van derden, dan dient men eerst na te gaan op welke manier men deze weg op deze terreinen gaat aanleggen.

Indien men een akkoord heeft met de eigenaar, dan dient men deze overeenkomst best juridisch te verankeren. Dit kan mits een erfdienstbaarheid (cfr. art. 637 e.v. van het Burgerlijk Wetboek).

Een erfdienstbaarheid waarop het Burgerlijk Wetboek van toepassing is, wordt steeds afgesloten ten voordele van een ander erf. Dus een erfdienstbaarheid kan niet worden afgesloten louter ten voordele van personen (bv. de aanleg van een pad voor wandelaars zonder dat de weg leidt naar bv. een nabijgelegen welbepaald domein). In dat opzicht is het instrument “erfdienstbaarheid” niet het meest geëigende instrument.

Wanneer er toch van dat instrument gebruik gemaakt wordt, moet er in elk geval over gewaakt worden dat de recreatieve functie uitdrukkelijk in de vestigingsakte wordt opgenomen, alsook de aard van het toegelaten recreatief gebruik (fietsen, wandelen, ...). Tevens wordt best gewezen op de eventueel wisselende intensiteit van het recreatief gebruik. Dit alles om achteraf niet geconfronteerd te worden met het principe dat men een erfdienstbaarheid niet eenzijdig mag verzwaren.

Voor de aanleg van paden en verhardingen is het meer aangewezen om overeenkomsten suï generis af te sluiten waarbij ook allerhande bepalingen over onderhoud en belendende beplantingen en eventueel over het plaatsen van bebording, ... kunnen opgenomen worden.

Naast erfdienstbaarheden, zoals hierboven beschreven, zijn er ook nog de erfdienstbaarheden van openbaar nut. Dit zijn lasten die in het algemeen belang krachtens een wet op een erf worden gelegd. Het gaat dan niet om de hiervoor bedoelde erfdienstbaarheden die worden afgesloten ten voordele van een ander erf. Erfdienstbaarheden van openbaar nut worden opgelegd ter verwezenlijking van het algemeen belang, met name ten dienste van of in het belang van een deel van het openbaar domein: ofwel in het belang van de gemeenschap, ofwel als noodzaak voor de goede werking van een openbare dienst. Op deze erfdienstbaarheden zijn de bijzondere regels van het administratief recht van toepassing en niet het Burgerlijk Wetboek. Wanneer bv. op een erf steunmasten worden geplaatst voor elektrische hoogspanningskabels, dan gebeurt dit niet tot nut van een ander erf maar tot nut van een openbare dienst, met name de elektriciteitsbedeling. Ook de openstelling van paden in een privébos kan als een erfdienstbaarheid van openbaar nut ten voordele van personen beschouwd worden, zijnde het publiek.

Door recht van doorgang kan een bos, natuur- of parkgebied dat onvoldoende toegang heeft tot de openbare weg, via de eigendom van zijn buur of buren toegankelijk gemaakt worden voor onderhouds- en beheerwerken of voor recreatief medegebruik. Deze weg kan een openbaar karakter krijgen afhankelijk van het gebruik van dat perceel conform de bestemming.

8.1.2 Wetgeving Ruimtelijke ordening

Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening

Voor de realisatie van wegen die gelegen zijn in de bos-, reservaat-, natuur- en parkgebieden volgens het gewestplan of in de vergelijkbare gebieden in de plannen van aanleg of de ruimtelijke uitvoeringsplannen, is er een stedenbouwkundige vergunning nodig.

Verder dient er gekeken te worden of er een stedenbouwkundige verordening geldend is en of er uitspraken worden gedaan die betrekking hebben op de vergunningsaanvraag.

Een stedenbouwkundige vergunning is volgens art. 4.2.1 van de Vlaamse codex ruimtelijke ordening vereist indien:

1° men een constructie realiseert;
2° men ontbost (met bomen begroeide oppervlaktes die onder de toepassing van het Bosdecreet vallen);
3° men hoogstammige bomen buiten bos velt;
4° men het reliëf van de bodem wijzigt.

Onder constructie wordt ondermeer verstaan "... , een verharding al dan niet bestaande uit duurzame materialen, in de grond ingebouwd, aan de grond bevestigd of op de grond steunend omwille van de stabiliteit en bestemd om ter plaatse te blijven staan of liggen, ..." (art. 4.1.1. 3° van de VCRO).

Een verharding wordt dus beschouwd als een constructie. Voor de aanleg van een verharde weg is bijgevolg een stedenbouwkundige vergunning vereist. Onder de aanleg van een weg wordt verstaan het realiseren van een nieuwe weg of het aanpassen van een bestaande weg waarbij de stabiliteit en de verhardingen gewijzigd worden of het wegprofiel aangepast wordt. Onder verhardingen worden alle verhardingen verstaan waarbij nieuwe materialen, die niet eigen zijn aan de bodem worden gebruikt en waarvoor eerst stabiliteitswerken worden uitgevoerd.

Voor de aanleg van een niet-verharde weg (bv. brandweg, brandweerweg, vrije strook langs waterloop, ...) is geen stedenbouwkundige vergunning noodzakelijk. Er worden immers geen constructies aangebracht en het reliëf van de bodem wordt niet gewijzigd. Alleen als er voor de aanleg van dergelijke niet-verharde weg een ontbossing nodig is of er worden hoogstammige bomen buiten het bos geveld, is er wel een stedenbouwkundige vergunning nodig, eventueel voorafgegaan door een ontheff-

fing van het ontbossingsverbod. Een ontheffing van het ontbossingsverbod (Bosdecreet art. 90bis, §1) is nodig wanneer het gaat over ontbossing niet in woon- of industriegebied, niet in een verkaveling en niet in het kader van vastgestelde instandhoudingsdoelstellingen voor een SBZ.

Voor het onderhouden van een bestaande weg is geen stedenbouwkundige vergunning vereist. Onder onderhoudswerken wordt verstaan "werken, andere dan stabiliteitswerken, die het gebruik van een constructie voor de toekomst ongewijzigd veilig stellen door het bijwerken, herstellen of vervangen van geërodeerde of versleten materialen of onderdelen".

Het besluit van 5/05/2000 tot aanwijzing van de handelingen in de zin van artikel 4.1.1, 5°, artikel 4.4.7, §2, en artikel 4.7.1, §2, tweede lid, van de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening en tot regeling van het vooroverleg met de Vlaamse Bouwmeester
De "aanleg van fiets- en wandelpaden en de herinrichting en aanpassingen van bestaande lokale wegen, en dit enkel ter bevordering van de verkeersleefbaarheid en/of – veiligheid" wordt volgens dit BVR beschouwd als een kleine handeling van algemeen belang.

Dit heeft meerdere gevolgen:
1. Bij "kleine handelingen van algemeen belang" kan de vergunningverlenende instantie desnoods toestaan om af te wijken van de geldende stedenbouwkundige voorschriften voor dat gebied, voor zover ze het landschappelijke karakter van het gebied niet in gedrang brengen.
2. Bij werken van algemeen belang moet voor de aanvraag van de stedenbouwkundige vergunning de "Bijzondere procedure" gevolgd worden, zoals beschreven in art 4.7.26 van de VCRO.
3. Indien er voor de werken ook ontbossing nodig is en de ontbossing gebeurt met het oog op het uitvoeren van werken van algemeen belang, is er geen voorafgaande ontheffing van het ontbossingverbod nodig (Bosdecreet art. 90bis, §1).

Besluiten vrijstelling vergunningsplicht
Besluit van de Vlaamse regering van 16 juli 2010 (later gewijzigd door 26 november 2010) tot bepaling van de vergunningsvrije werken (B.S. 10 september 2010)

Hoofdstuk 6 "Groen" bepaalt dat voor volgende werken geen stedenbouwkundige vergunning nodig is:
1° het vellen van hoogstammige bomen, gelegen op terreinen waarvoor een door de bevoegde overheid of bevoegde administratie(s) goedgekeurd beheersplan of beheersvisie bestaat op basis van de milieu- en natuurwetgeving, als het vellen van de hoogstammige bomen als activiteit in dat beheersplan of beheersvisie is opgenomen (art. 6.1.1 3°).
2° Een stedenbouwkundige vergunning is niet nodig voor de handelingen, die opgenomen zijn in een goedgekeurd beheersplan op basis van het Bosdecreet van 13 juni 1990 of het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu, of in een goedgekeurd natuurinrichtingsproject, of in een goedgekeurd inrichtingsplan in het kader van een landinrichtingsproject, of in een van openbaar nut verklaarde ruilverkaveling voor zover ze niet gepaard gaan met de oprichting van constructies groter dan 40 vierkante meter en voor zover ze niet gepaard gaan met een ontbossing (art. 6.2.)

Hoofdstuk 10 "Openbaar domein" bepaalt dat voor volgende werken op openbaar domein of op een terrein dat na de handelingen tot het openbaar domein zal behoren geen stedenbouwkundige vergunning nodig is (art 10):
1° de aanleg of wijziging van verhardingen waarvan de oppervlakte 150 vierkante meter of minder bedraagt, met een reliëfwijziging van minder dan 50 cm;
2° het aanbrengen van een andere verharding met een maximale uitbreiding van 150 vierkante meter. De vrijstelling geldt niet als de bestaande weg een aardeweg, grindweg, steengruisweg of kasseiweg is.

3° de aanleg van verhoogde kruispunten, verkeersdrempels en andere verkeersremmende ingrepen binnen de bestaande verhardingsbreedte.

Onder openbaar domein worden ook de openbare parken, zeestranden en duinen gerekend (art. 1.1. 7°).

8.1.3 Natuurwetgeving

Het Natuurdecreet

Decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijke milieu (B.S. 10.01.1998)

Het verbod op vegetatiewijziging wordt (voor het VEN) in art. 25, § 3, 2° van het Natuurdecreet geregeld.

Een natuurvergunning is op basis van art. 13 van het Natuurdecreet noodzakelijk indien de aanleg van de weg gepaard gaat met de wijziging van een vegetatie. Dit kan voorkomen indien een klein landschapselement wordt doorbroken om de weg te laten passeren, historisch permanent grasland wordt ingenomen, wateroppervlakten worden aangepast, ...

Al naargelang het geval is er ofwel een natuurvergunning (of een afwijking op het in art. 7 van het BVR van 23/7/1998 bedoelde verbod op wijziging van vegetatie of KLE) vereist, ofwel een ontheffing van het in art. 25, § 3, 2°, 2) van het Natuurdecreet bedoelde verbod op vegetatiewijziging in het VEN vereist.

Voor dit laatste moet verwezen worden naar hoofdstuk VI van het BVR van 21/11/2003 houdende maatregelen ter uitvoering van het gebiedsgerichte natuurbeleid (het zgn. Maatregelenbesluit; zie verder) dat de ontheffingsregeling omvat van de in het VEN geldende verboden. Indien een vegetatie zich in het VEN bevindt, dan is dus normaal enkel die regeling van toepassing en niet tevens die inzake vegetatiewijziging van het BVR van 23/7/1998. Dit is ook zo aangeduid in art. 9, 6° van het BVR van 23/7/1998.

De natuurvergunning kan gelijktijdig met de stedenbouwkundige vergunning worden aangevraagd. Men krijgt vrijstelling van natuurvergunning indien ANB een advies uitbrengt op de stedenbouwkundige vergunning en er ook voldaan wordt aan de artikelen 14, 16 en 36ter van het Natuurdecreet (zie artikel 13, §6 Natuurdecreet en artikel 9 BVR 23/7/1998).

In art. 36bis en 36ter van het Natuurdecreet wordt de regelgeving ter uitvoering van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn opgenomen, waaronder de afbakening van de speciale beschermingszones (SBZ). Een vergunningsplichtige activiteit die, of een plan of programma dat, afzonderlijk of in combinatie met één of meerdere bestaande of voorgestelde activiteiten, plannen of programma's, een betekenisvolle aantasting van de natuurlijke kenmerken van een speciale beschermingszone kan veroorzaken, dient onderworpen te worden aan een passende beoordeling wat betreft de betekenisvolle effecten voor de speciale beschermingszone. De verplichting tot het uitvoeren van een passende beoordeling geldt ook indien wegens het verstrijken van de lopende vergunning van de vergunningsplichtige activiteit een nieuwe vergunning moet worden aangevraagd.

Onderhoudswerken aan wegen zijn een uitzondering op de natuurvergunningsplicht (zie artikel 13, §6, 4° Natuurdecreet en artikel 9, 5° BVR 23/7/1998 en gespecificeerd in omzendbrief van 11 november 1998), mits voldaan wordt aan de artikelen 14, 16 en 36ter van het Natuurdecreet. Wat het VEN betreft, is er dan weer een algemene ontheffing op het verbod op vegetatiewijziging van art. 25, §3, 2°, 2) van het Natuurdecreet "voor normaal onderhoud, in voorkomend geval conform de code van goede natuurpraktijk, van bestaande, vergunde openbare wegen en hun aanhorigheden" (art. 25, tweede lid, van het zgn. Maatregelenbesluit van 21/11/2003).

In het Natuurdecreet worden de recreatieve wegen niet expliciet benoemd maar omschreven als de voor het verkeer minder belangrijke openbare wegen. Dit wil zeggen dat ze niet mogen ingericht zijn voor doorgaand gemotoriseerd verkeer. De (on)toegankelijkheid van deze wegen wordt geregeld via art. 13§1. In principe zijn alle minder belangrijke openbare wegen steeds toegankelijk voor voetgangers. Het gebruik door andere categorieën dient specifiek aangegeven te worden.

Het besluit inzake de wijziging van vegetatie en kleine landschapselementen
Besluit van de Vlaamse regering van 23 juli 1998 tot vaststelling van nadere regels ter uitvoering van het decreet van 21 oktober 1997 (B.S. 10.09.1998)

Artikel 7 van het besluit behandelt het verbod op vegetatiewijziging (net zoals het Natuurdecreet), maar buiten het VEN. In hetzelfde artikel 7 wordt in bepaalde gevallen een verbod tot wijzigen van holle wegen opgelegd.

De regeling van de natuurvergunning is ook opgenomen in dit besluit. Naast de hiervoor vermelde aandachtspunten vanuit het Natuurdecreet is ook een natuurvergunning vereist voor reliëfwijzigingen. Zie hiervoor ook de omzendbrief van 10 november 1998 betreffende algemene maatregelen inzake natuurbehoud en wat de voorwaarden voor het wijzigen van vegetatie en kleine landschapelementen betreft volgens het Besluit van de Vlaamse regering van 23 juli 1998 tot vaststelling van nadere regels ter uitvoering van het decreet van 21 oktober 1997 (B.S. 17.03.1997).

Het besluit inzake het gebiedsgericht natuurbeleid
Besluit van de Vlaamse regering van 21 november 2003 houdende maatregelen ter uitvoering van het gebiedsgericht natuurbeleid (B.S. 27.01.2004)

Van de maatregelen, vermeld in dit besluit en artikel 25, § 3, 2° van het Natuurdecreet, wordt voor normaal onderhoud, in voorkomend geval conform de code van goede natuurpraktijk, van bestaande, vergunde openbare wegen, waterwegen en spoorwegen met hun aanhorigheden; bestaande en vergunde ondergrondse leidingen met hun aanhorigheden; en bovengrondse leidingen met hun aanhorigheden een algemene ontheffing verleend.

Het bermbesluit
Besluit van de Vlaamse regering van 27 juni 1984 houdende maatregelen inzake natuurbehoud op de bermen beheerd door publiekrechtelijke rechtspersonen (B.S. 2.10.1984)

In het bermbesluit worden voorwaarden omschreven voor de timing en uitvoering van bermbeheer langsheen openbare wegen.

8.1.4 Boswetgeving

Het Bosdecreet
Bosdecreet van 13 juni 1990 (B.S. 28.09.1990)

Het Bosdecreet is van toepassing op wegen die in het bos zijn gelegen of de boswegen. Paden waarop slechts één voetganger tegelijkertijd kan passeren worden niet als boswegen beschouwd. Deze paden zijn in principe niet toegankelijk, tenzij deze paden in een goedgekeurd beheerplan als toegankelijk worden aangeduid.

Onder de boswegen worden alle wegen of gedeelten van wegen begrepen die gelegen zijn in het bos, met uitzondering van de openbare wegen die ingericht zijn voor het gewone, gemotoriseerde verkeer

en die in hoofdzaak bestemd zijn als doorgangsweg. De (on)toegankelijkheid van deze wegen wordt geregeld via art. 10 §2 van het Bosdecreet.

In principe zijn alle boswegen steeds toegankelijk voor voetgangers. Het gebruik door andere categorieën dient specifiek aangegeven te worden. Het toegangsverbod op deze wegen dient op de juiste wijze te worden aangegeven.

Indien de aanleg van de weg de aanleg van een bosweg betreft dan wordt deze weg als een onderdeel van het bos beschouwd (Bosdecreet art. 3 §2). Bijgevolg is voor de aanleg van een bosweg geen stedenbouwkundige vergunning of kapvergunning nodig voor het kappen van bomen of voor ontbossing.

Indien de aanleg van de weg betrekking heeft op een andere weg (bv. fietsverbinding), dan is wel een kapvergunning en stedenbouwkundige vergunning nodig voor het kappen van bomen of voor ontbossing.

Art.13 van het Bosdecreet verleent subsidies aan:
- de bosbeheerders voor:
  - het openstellen van de bossen en voor het bevorderen van de educatie van het publiek;
  - het verbeteren van de bosrecreatie;
- openbare besturen en openbare instellingen voor:
  - de aanleg en het onderhoud van de bosinfrastructuur;
- natuurlijke personen of privaatrechterlijke rechtspersonen voor:
  - het onderhoud en de aanleg van de infrastructuur van bossen die voor het publiek toegankelijk zijn.

Het besluit inzake de toegankelijkheid van bossen en natuurreservaten
In het toegankelijkheidsbesluit (B.S. 4 februari 2009) van de Vlaamse Regering worden de krijtlijnen beschreven waarbinnen een toegankelijkheidsregeling gebiedsspecifiek kan uitgewerkt worden. Er wordt ondermeer geregeld welke gebruikersgroepen (juridisch enkel opgesplitst in wandelaars, fietsers, ruiters en gespannen en desgevallend watergebruikers) in aanmerking komen om toegang te krijgen tot een gebied. Logischerwijs zal de infrastructuur van paden en verhardingen mede bepaald worden door het gebruik. Een toegankelijkheidsregeling maakt integraal deel uit van een goedgekeurd beheerplan maar moet afzonderlijk kunnen geïnterpreteerd worden. De recreatieve functies die erin vastgelegd zijn worden ministerieel goedgekeurd en elk politioneel of gemeentelijk reglement dient er dus op afgestemd te zijn.

Voor de toegankelijkheidsregeling in de bossen en erkende natuurreservaten voorziet de overheid een subsidie voor de openstelling.

De uitwerking van een toegankelijkheidsregeling impliceert de toetsing van de ecologische draagkracht van een groengebied voor recreatief medegebruik. Het toetsingskader voor het gewenste recreatieve medegebruik (ARCADIS 2009) biedt hiervoor de nodige handvaten.

8.1.5 Wetgeving Onroerend erfgoed

Het Monumentendecreet
Bij het woord monument wordt in eerste instantie vaak gedacht aan kastelen, kerken, kloosters en herdenkingsmonumenten. Maar ook parken en tuinen, bomen, begraafplaatsen, kasseiwegen, ... vallen bij bescherming onder het decreet. De beschermde monumenten zijn opgenomen in een inventaris. Er is geen inventaris van stads- en dorpszichten.

De meeste ingrepen zijn reeds vergunningsplichtig in het kader van de wetgeving rond de ruimtelijke ordening. Indien de geplande werken of handelingen niet vergunningsplichtig zijn, volstaat een machtiging van het Agentschap Ruimte en Erfgoed.

Het Landschapsdecreet
Decreet van 16 april 1996 betreffende de landschapszorg (B.S. 21.05.1996)

Indien de locatie van vergunningsplichtige werken gelegen is binnen een beschermd landschap, dient rekening gehouden te worden met het decreet op de landschapszorg en zal een bindend advies bij het Agentschap Ruimte en Erfgoed aangevraagd moeten worden.

Art. 17 voorziet in het toekennen van een onderhouds- en landschapspremie. De landschapspremie kan onder meer gebruikt worden voor het uitvoeren van ontsluitingswerkzaamheden die vermeld worden in een landschapsbeheersplan.

Het Erfgoedlandschappendecreet
Decreet van 28 januari 2004 houdende maatregelen tot behoud van erfgoedlandschappen (B.S. 18.03.2004)

Dit decreet stelt dat de administratieve overheid in al haar beslissingen inzake een eigen werk of handeling, of inzake het verlenen van een opdracht daartoe, of inzake een eigen plan of verordening, die een ankerplaats nadelig kunnen beïnvloeden:
1° moet voorkomen dat vermijdbare schade aan een typisch landschapskenmerk van een ankerplaats wordt veroorzaakt;
2° door schadebeperkende maatregelen te nemen, de betekenisvolle schade die aan de ankerplaats wordt aangebracht zo veel mogelijk beperken, en indien dit niet mogelijk is, herstellen en compenseren.

Het Archeologiedecreet
Decreet van 30 juni 1993 houdende bescherming van het archeologisch patrimonium, gewijzigd bij de decreten van 18 mei 1999, 28 februari 2003, 10 maart 2006 en 27 maart 2009

Dit decreet stelt dat het verboden is zonder of in afwijking van een schriftelijke vergunning graafwerken of terreinwijzigingen, inclusief wijzigingen van de grondwatertafel, uit te voeren in beschermde archeologische monumenten en zones. Het scheuren van terreinen, het eerste diepploegen van akkerland en de ontstronking van bosterreinen worden evenzeer beschouwd als terreinwijzigingen.

8.1.6 Wetgeving op de Buurtwegen

Wet van 10 april 1841 op de buurtwegen
Onder buurtweg wordt verstaan de wegen die onderworpen zijn aan de Buurtwegenwet van 10 april 1841. Het gaat om de wegen die ofwel uitdrukkelijk als buurtweg werden aangelegd of die rond 1841 werden opgenomen in de zogenaamde "atlas der buurtwegen"' of die later als buurtweg werden erkend en die na die opname of erkenning de in de Buurtwegenwet voorziene verjaringstermijn van 10 jaar of 20 jaar zonder stuiting hebben doorlopen.

De artikelen 2229 en 2265 van het Burgerlijk Wetboek vermelden de verjaring. Al van oudsher wordt door de rechtspraak aanvaard dat er door dertigjarige verjaring een openbaar recht van doorgang kan ontstaan. Wanneer door verjaring een openbaar recht van doorgang is ontstaan, behoort de weg vanaf dan tot het openbaar domein van de betrokken overheid (meestal de gemeente).

Provinciale reglementen op de buurtwegen
Elke provincie heeft een politiereglement op de buurtwegen, waarin specifieke bouw- en aanplantingsvoorschriften worden beschreven. Elk reglement bevat eveneens een gedetailleerde opsomming met de inbreuken en straffen ten opzichte van voet- en buurtwegen.

Burgerlijk wetboek, art. 2229 en 2265
Voet- en buurtwegen die niet in de atlas zijn opgenomen, kunnen toch een openbaar recht van doorgang omvatten. Daarvoor moeten ze gedurende 30 jaar openbaar gebruikt worden. De gemeente is eveneens wegbeheerder en moet instaan voor het onderhoud en de veiligheid.

Vlaams Decreet Rooilijnen (8 mei 2009)
Dit decreet is slechts in beperkte mate van toepassing op buurtwegen (zie artikel 6), namelijk in zoverre de buurtwegen effectief tot het openbaar domein van de gemeente behoren. Het decreet is van belang bij het verleggen of aanleggen van buurtwegen. Er moet namelijk eerst een nieuwe rooilijn* worden goedgekeurd, alvorens de verleggingsprocedure kan worden opgestart, of een nieuwe buurtweg kan worden aangelegd.

8.1.7 Wetgeving Veiligheid Producten en Diensten

De Europese richtlijn 2001/95/EG van 3 december 2001 inzake algemene productveiligheid werd op 15 januari 2002 gepubliceerd. Voor de omzetting van deze richtlijn werd de wet van 9 februari 1994 betreffende de veiligheid van de consumenten gewijzigd in de wet van 9 februari 1994 betreffende de veiligheid van producten en diensten. Deze wet behandelt alle veiligheidsaspecten en is aldus de overkoepelende wet inzake veiligheid.

Hierop volgend werden onder andere uitvoeringsbesluiten goedgekeurd relevant voor recreatieve infrastructuur (vooral inzake actieve ontspanningsevenementen), de uitbating van speelterreinen en de veiligheid van speeltoestellen.

8.1.8 Wetgeving Afvalvoorkoming en -beheer

Het VLAREA (Vlaams Reglement inzake Afvalvoorkoming en –beheer) bundelt bijna alle uitvoeringsbesluiten bij het Afvalstoffendecreet (2 juli 1981 en wijziging 20 april1994; B.S. 18 mei 2004). De VLAREA-wetgeving primeert boven de bepalingen van de standaard- en typebestekken en is geldig voor zowel particulier, gewest, provincie als gemeente.

Het gebruik van afvalstoffen als secundaire grondstoffen* is strikt gereglementeerd. Artikel 4.2.2.2. vermeldt dat afvalstoffen die niet voldoen aan de voorwaarden, vermeld in artikel 4.2.2.1, in welbepaalde specifieke toepassingen en mits er aanvullend onderzoek is, toch als secundaire grondstof voor het gebruik in of als bouwstof kunnen worden toegelaten.

Aan de eisen inzake maximale immissie in de bodem, vermeld in bijlage 4.2.2.C, moet steeds worden voldaan.

Het sloopmateriaal van de voornoemde specifieke toepassing mag alleen gerecycleerd worden in specifieke toepassingen die minstens eenzelfde niveau van milieubescherming garanderen.
Hieruit blijkt dus dat een aantal voorwaarden vervuld moeten zijn om sloopmateriaal ook in niet vormgegeven bouwstoffen te recycleren, wat de toepassingsmogelijkheden naar verhardingen mogelijk maakt.

8.1.9 Wetgeving Bodem

Bodemdecreet (Decreet betreffende de bodemsanering en bodembescherming van 27 oktober 2006; B.S. 22 januari 2007)

Paragraaf 1.2.1.1. verwijst naar de juridische verankering van een overeenkomst m.b.t. een recht van doorgang om de toegankelijkheid te realiseren. Het Bodemdecreet is hier van toepassing wanneer er

sprake is van een “overdracht van gronden” zoals gedefinieerd in artikel 2, 18° Bodemdecreet. Dit is bv. het geval wanneer men de grond gelegen naast het bos, park of natuurgebied wenst aan te kopen. Indien dit buurperceel bovendien een risicogrond is, kan deze grond slechts worden overgedragen indien er vooraf een oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd. Er moet tevens een melding van overdracht gedaan worden bij de OVAM.

Vooraleer men werken aanvat, is het aangewezen de historiek van het terrein na te gaan. Dit kan onder andere door het grondeninformatieregister, de gemeentelijke inventaris en de lokale milieudienst te raadplegen. Indien de grond waarop men werken wil uitvoeren een gesaneerde grond is, is het immers mogelijk dat bepaalde handelingen of werken niet uitgevoerd mogen worden.

Het VLAREBO (Vlaams Reglement rond Bodemsanering 14 december 2007; B.S. 22 april 2009) bundelt de regels inzake het hergebruik van uitgegraven bodem (hoofdstuk 13). Bij grondverzet bestaat immers het risico dat bodemverontreiniging zich verspreidt door vervuilde grond te hergebruiken.

8.1.10 Decreet bestrijdingsmiddelen

Decreet van 21 december 2001 houdende vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten in het Vlaamse Gewest (B.S. 31-02-2002)

Het verbod op het gebruik van bestrijdingsmiddelen zit eveneens vervat in het Bosdecreet en het Decreet Natuurbehoud.

8.2 Normalisatie

8.2.1 Wat is normalisatie?

Allerlei bouwproducten zijn onderhevig aan normen. Een norm* weerspiegelt de regels van goed vakmanschap met betrekking tot een product, dienst of productieproces.

Een resolutie van de Raad van de EU van 10 november 1999 geeft volgende omschrijving: normalisatie is een vrijwillige activiteit gebaseerd op consensus en tot stand gebracht tussen de betrokken partijen in een geest van openheid en transparantie, binnen de schoot van onafhankelijke en erkende normalisatie instellingen, een activiteit die leidt tot het aannemen van normen waarvan de navolging gebeurt op vrijwillige basis.

Als instrument van economische politiek kunnen bij de normalisatie verschillende missies onderkend worden:

- In het kader van de ééngemaakte EU-markt en het vrij verkeer van goederen en diensten zijn normen een referentie op technisch gebied.
- Normen dragen bij tot een rationalisatie van het economisch verkeer.
- Voor gebruikers, waaronder consumenten, geven normen bijkomende garanties en informatie, ondermeer op het gebied van veiligheid en volksgezondheid.
- Voor bedrijven laat een betrokkenheid bij normalisatie toe dat ze zich strategisch positioneren bij de ontwikkeling van nieuwe en innovatieve producten, diensten en productieprocedés.

8.2.2 Evolutie van de wetgeving inzake normalisatie

In opeenvolgende verdragen en regelgevingen geeft de Europese Commissie sedert de jaren ’80 uitdrukkelijk gestalte aan haar beleid om binnen het territorium van de EU het vrij verkeer van goederen en diensten te realiseren.

Deze exponentiële toename van de EU activiteiten, ook rond normalisatie, heeft gaandeweg geleid tot een inperking van het actieterrein van de nationale normalisatie instellingen. Een één gemaakte markt staat immers vaak op gespannen voet met normen die exclusief op de Belgische markt toepasselijk worden gemaakt. De verleiding bestaat immers om de eigen, nationale, industrie te bevoordelen. Het Europees mededingingsrecht hanteert terzake de notie van "maatregel van gelijke werking".

Een tweede evolutie betreft de specialisatie van normalisatie. Op het niveau van CEN, het Europese normalisatie orgaan, zijn meer dan 350 technische comités actief. Deze TC's beslaan een brede waaier van onderwerpen. Geen enkele overheidsdienst kan al deze verschillende profielen van expertise in zijn rangen terugvinden of rekruteren. Het zwaartepunt van de normalisatiewerkzaamheden verschoof dan ook gestaag maar zeker naar de experts in de verschillende spiegelcomités op Belgisch niveau.

De Europese bouwproductenrichtlijn - BPR (93/68/EEG) is sinds 19 augustus 1998 van toepassing in België. In deze richtlijn worden producenten voor de bouwsector wettelijk verplicht om hun producten conform de overeenkomstige geharmoniseerde Europese normen te maken.

De Belgische wet van 3 april 2003 betreffende de normalisatie geeft invulling aan de evoluties en de BPR en valt uiteen in twee luiken: een nieuwe filosofie voor normalisatie enerzijds en de oprichting van een overheidsdienst, aangepast om de nieuwe filosofie te implementeren, anderzijds. De nieuwe filosofie voor normalisatie heeft als uitgangspunt de decentralisatie van de normalisatiewerkzaamheden.

Standaardbestek 250 voor de wegenbouw versie 2.1 (SB250)
Het standaardbestek 250, ontwikkeld door de Vlaamse Overheid is het referentiewerk dat de aannemers van wegenwerken moeten respecteren om in aanmerking te komen voor het uitvoeren van opdrachten in Vlaanderen in opdracht van Vlaamse overheidsinstellingen, steden en gemeenten.

In het SB250 wordt verwezen naar alle actuele normen en richtlijnen die van toepassing zijn voor de aanleg van wegen en rioleringen. Het SB250 wordt regelmatig aangepast in functie van de opgedane ervaring, de evolutie van de techniek en de wenselijkheid om nieuwe materialen op te kunnen nemen. Ten tijde van het samenstellen van dit Technisch vademecum was versie 2.1 de meest actuele.

De volgende opsomming geeft een overzicht van de verschillende hoofdstukken:
- Hoofdstuk 1: Algemene administratieve voorschriften;
- Hoofdstuk 2: Algemene bepalingen;
- Hoofdstuk 3: Materialen;
- Hoofdstuk 4: Voorbereidende werken en grondwerken;
- Hoofdstuk 5: Onderfunderingen en funderingen;
- Hoofdstuk 6: Verhardingen;
- Hoofdstuk 7: Rioleringen en afvoer van water;
- Hoofdstuk 8: Lijnvormige elementen;
- Hoofdstuk 9: Allerhande werken;
- Hoofdstuk 10: Signalisatie;
- Hoofdstuk 11: Groenaanleg en groenonderhoud;
- Hoofdstuk 12: Onderhouds- en herstellingswerken;
- Hoofdstuk 13: Werken aan waterlopen;
- Hoofdstuk 14: Metingen en proeven.

In dit Technisch Vademecum Paden en verhardingen wordt er verwezen naar het SB250 wanneer er analogieën optreden omtrent materialen en hun toepassing.

8.2.3 De juridische relevantie van normen

De naleving van normen op zich is juridisch niet afdwingbaar. Het is echter mogelijk dat afdwingbare regelgeving, zoals een wet of een koninklijk besluit, verwijst naar specifieke normen. In dat geval krijgen deze normen een meer afdwingbaar karakter, wat ze dan ontlenen aan de regelgeving die naar deze normen verwijst.

Eenzelfde redenering geldt voor contracten die verwijzen naar normen, gelet op artikel 1134 van het Burgerlijk Wetboek ("Alle overeenkomsten die wettig zijn aangegaan, strekken degenen die ze hebben aangegaan tot wet"). Wanneer partijen in hun overeenkomst uitdrukkelijk naar een norm verwijzen, kunnen ze dit naderhand niet van zich afschuiven onder het mom dat de naleving van een norm enkel vrijwillig is.

8.2.4 Certificering en keurmerken

Certificering is een procedure waarbij een onafhankelijke en onpartijdige organisatie een certificaat afgeeft als officiële verklaring dat een product of dienst aan specifieke normen voldoet.

Een keurmerk is een compact, visueel kwaliteitsoordeel over een product of dienst, afkomstig van een betrouwbare bron. De woorden keurmerk en certificaat worden vaak door elkaar gebruikt. Het certificaat is het papier waarop de keurmerkverlenende instantie verklaart dat een product of dienst aan zijn eisen voldoet. Dit certificaat geeft het recht om het keurmerk te voeren op of bij het product of de dienst.

8.2.5 Instanties bevoegd voor certificering en het beheer van keurmerken

Op supranationaal niveau onderscheiden we het ISO (International Organisation for Standardization) en het CEN (European Committee for Standardization), die beiden internationale standaarden ontwikkelen voor productnormering.

Op Belgisch niveau is het NBN (Bureau voor Normalisatie) actief, die eigen NBN-normen uitvaardigt. Daarnaast stellen ook alle andere Europese landen normen in, die desgewenst ook bij ons geïmplementeerd worden. Veel voorkomende normen die ook in België gehanteerd worden werden ingesteld in Nederland (NEN) en Duitsland (DIN).

Het BELAC is de Belgische Accreditatie-instelling en werd opgericht onder de verantwoordelijkheid van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, en levert aan derden (laboratoria, keuringsinstellingen en certificatie-instellingen) attesten af om conformiteiten te evalueren.

Op sectoraal Belgisch niveau zijn verschillende instanties geaccrediteerd om certificeringen uit te werken volgens geldende normen, om keurmerken te beheren en om technische voorschriften (PTV), technische nota's (NTN), technische specificaties (STS) en technische goedkeuringen (ATG) te ontwikkelen.

Instanties

- COPRO vzw (Onpartijdige instelling voor de controle van bouwproducten vzw): wegenbouw; beheer kwaliteitsmerken BENOR, COPRO, ATG;
- CERTIPRO (Certificatie- en Keuringsdienst VITO): beheer keurmerk Quarea;
- BCCA vzw (Belgian Construction Certification Association): gebakken klei, cement verstevigd met natuurlijke minerale vezels, waterdichte bitumineuze bekledingen; beheer kwaliteitsmerk BENOR;
- OCBS vzw (Organisme voor de controle van betonstaal): betonstaal en bouwstaal; beheer keurmerk BENOR;

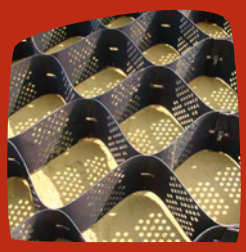
- OCCN (Nationaal centrum voor wetenschappelijke en technisch onderzoek der cementnijverheid): cement, beton, granulaten; beheer keurmerk BENOR;
- PROBETON vzw (Beheerorganisme voor de controle van de betonproducten): bevordering kwaliteit betonproducten.

Keurmerken

- BENOR: Het BENOR-merk is een gedeponeerd collectief conformiteitsmerk dat eigendom is van het NBN (Bureau voor Normalisatie). Het beheer in de diverse sectoren waar het BENOR-merk voor één of meerdere producten van toepassing is wordt toevertrouwd aan sectoriële BENOR-certificatie-instellingen.
- Deze certificatie houdt in dat de fabrikant als vergunninghouder van het BENOR-merk, de doorlopende overeenstemming van zijn product met de norm waarborgt op basis van een industriële zelfcontrole (bv. productiecontrole in de fabriek) en dat de certificatie-instelling als derde onafhankelijke partij, op basis van een periodieke externe controle bevestigt dat er een voldoende mate van vertrouwen is dat de door de fabrikant verstrekte verklaring van overeenstemming gewettigd is.
- Het toekennen van een vergunning tot het gebruik van het BENOR-merk gebeurt op basis van een toepassingsreglement (TRA). Dit toepassingsreglement steunt op een norm of een PTV.
- COPRO: Het COPRO keurmerk steunt op volledig dezelfde principes, aanpak en opvolging als het BENOR-merk. Bij het COPRO-merk is COPRO steeds het certificatie-organisme. De gecertificeerde bedrijven vinden hun hoofdtoepassing in de wegenbouw. Dankzij het COPRO-merk kan snel ingespeeld worden op nieuwe evoluties in de markt als een kwaliteitsmerk gewenst is waarvoor geen BENOR-keurmerk voorhanden is. In de meeste gevallen wordt er voor de meeste COPRO-merken na verloop van tijd een BENOR-merk ontwikkeld. COPRO organiseert de certificatie en de keuring van volgende bouwproducten: asfaltmengsels, emulsies, vloeibitumen, PMB's, asfaltpuingranulaten, bouwtechnisch verbeterde gronden, fysico-chemische granulaten, hydraulisch gestabiliseerde mengsels, voegvullingsproducten, gras-kunststofplaten, schanskorven, wapeningsnetten voor asfalt, kristallisatieproducten voor beton, ...
- QUAREA: Het Quarea-merk is een integraal milieuzorgsysteem dat ertoe moet bijdragen dat zowel productie als aanwending van puingranulaten als secundaire grondstoffen* verloopt zonder schade voor mens en milieu. Het zorgsysteem gaat hierin veel verder dan de algemene en sectoriale bepalingen voorzien in Vlarem II.
- FSC/PEFC: Via het FSC-label (Forest Stewardship Council) en het PEFC-label (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) kan men hout uit verantwoord beheerde bossen onderscheiden en worden boseigenaren uit de hele wereld gestimuleerd in hun inspanningen naar duurzaam beheer. Beide labels worden onderworpen aan de Chain of Custody (CoC), die een controle voorziet van de houtstromen van gecertificeerde herkomst in alle fasen van de verwerking, van het bos tot het eindproduct. Alle ondernemingen in elke schakel van de houtverwerkingsketen moeten een controlekentekenattest bezitten. Zo kan hout van gecertificeerde herkomst steeds worden getraceerd in de verschillende fasen van de winning, de verwerking en de verkoop.
  Elke onderneming die FSC- en PEFC-gelabelde houtprodukten verkoopt dient deze CoC in te voeren, teneinde de garantie te bieden dat het gebruikte hout effectief afkomstig is uit een FSC of PEFC gecertificeerd bos.
  - FSC-label: De FSC-principes en -criteria vormen de basis voor de evaluatie van het bosbeheer. De hout- en boscertificatie gebeurt op vrijwillige basis. Het certificaat garandeert dat een bos goed wordt beheerd en dat de principes en criteria van het duurzame beheer worden gerespecteerd. Een onafhankelijke geaccrediteerde certificator controleert op het terrein en levert vervolgens het label af (zie www.fsc.org).
  - PEFC-label (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes): Dit label is gebaseerd op een certificatie op regionale schaal en is momenteel nog minder streng dan het FSC-label. De hout- en boscertificatie gebeurt op vrijwillige basis. De boseigenaar verbindt zich tot het toepassen van de aanbevelingen van het regionale beleid inzake duurzaam bosbeheer en stemt in met het bezoek van een certificatie-instelling.

Technische fiches

Deel 9



9.1 Zand

SB250 III-6.1.1 ~ natuurlijk zand

Basismateriaal

Natuurlijk zand bestaat uit zuiver kwarts in een fractie van 0-2 mm. De herkomst van het zand kan variabel zijn.

Varianten – Types

Volgende types worden onderscheiden op basis van herkomst:
- gebiedseigen zand;
- rivierzand;
- zeezand;
- groevezand.

Wetgeving en normering

Volgende normen, technische voorschriften en richtlijnen zijn van toepassing:
- NBN-EN 13242 Toeslagmaterialen voor ongebonden en hydraulisch gebonden materialen voor burgerlijke bouwkunde en wegenbouw;
- PTV 411.

Technische aspecten

Zie 6.2.1 Zand- en grondpaden

9.2 Zandleem

Basismateriaal

Bij een zandleemverharding zorgt de toevoeging van leem (enkele procenten) aan zand (bestaande ondergrond of aangevoerd zand) voor een natuurlijke binding. Een zandleemverharding kan ook van nature voorkomen.

Varianten - Types

Zandleem bevat natuurlijk zand, leem en klei. De verhouding van deze componenten is bepalend voor de eigenschappen van de verharding en in het geval van zandleem zit er minder leem en klei in. Opgelet: dit zandleem wijkt qua samenstelling dus af van wat als zandleem geklasseerd staat binnen de textuurdriehoek, waarin de fractie leem overheerst, respectievelijk gevolgd door zand en klei.

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.1 Zand- en grondpaden

9.3 Ternair mengsel

SB250 V-4.6 ~ ternair mengsel

Basismateriaal

Ternair mengsel (soms ook wel ternair zand genoemd) is een mengsel van verschillende stoffen:
- grof brekerzand van natuurlijke stenen, eventueel gemengd met brekerzand van hoogovenslakken (SB250 III-7.1.2.1);
- steenslag (2-4 mm) conform NBN-EN 13242;
- kalk (SB250 III-9.2);
- aanmaakwater conform NBN-EN 1008.

Varianten - Types

Ternair mengsel wordt in twee varianten gebruikt:
- als toplaag;
- als fundering (alternatief voor gestabiliseerd zand).

Wetgeving en normering

Volgende normen, technische voorschriften en richtlijnen zijn van toepassing:
- steenslag 2-4 mm volgens NBN-EN 13 242;
- aanmaakwater volgens NBN-EN 1008;
- PTV 411.

Technische aspecten

Zie 6.2.2 Paden van ternair mengsel

9.4 Ongefundeerd gras

SB250 III-63 ~ zaden
SB250 III-64 ~ graszoden

Basismateriaal

Een graspad kan spontaan ontstaan zijn, zonder dat het ingericht is of materiaal aangevoerd is. Indien nodig, kan dit gras ingezaaid worden.

Varianten – Types

Naargelang de soortensamenstelling van de aanwezige grassen (al dan niet ingezaaid)

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.3 Graspaden

9.5 Gefundeerd gras

SB250 III-63 ~ zaden

Basismateriaal

Gras kan versterkt worden tot een halfverharding door het aanbrengen van een laag steenslag of lavasteen, die vermengd wordt met teelaarde (al dan niet van lokale origine), van waaruit graszaden kunnen kiemen. Ook het inbrengen van een versteviging (bv. met gras-kunststofplaten) kan gelijkaardige resultaten opleveren.

Varianten – Types

De varianten kunnen ingedeeld worden op basis van het materiaal dat voor de versteviging wordt gebruikt:

- Steenslag is een verzamelnaam voor verschillende gebroken steensoorten. Dit kan natuursteen zijn, maar ook bouwpuin of betongranulaat.
- Lavasteen is een poreus gesteente, ook wel puimsteen genoemd. Dankzij zijn laag soortelijk gewicht heeft het goede drainerende eigenschappen.
- Verstevigingen zoals gras-kunststofplaten, geocellen, ...

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.3 Graspaden

9.6 Schelpen

Basismateriaal

Het basismateriaal bestaat uit zeeschelpen. Gewassen schelpen worden na het baggeren met water gewassen en daarna gezeefd. Op die manier zijn de schelpen vrij van zand, en ligt het chloride gehalte zeer laag. Dit product blijft losser en heeft een betere drainerende kwaliteit dan de kleischelpen (zie 9.7 Kleischelpen).

Indien de schelpen op een aarden bodem worden aangebracht, ontstaat een klei-schelpenmengeling waardoor een zekere binding optreedt. Daarnaast worden de gewassen schelpen gebruikt om na een aantal jaren paden van kleischelpen te repareren.

Varianten – Types

Er kunnen twee varianten onderscheiden worden volgens de verwerking:
- het aanbrengen van losse schelpen (al dan niet gemalen) als toplaag;
- het mechanisch verdichten van de toplaag door walsen.

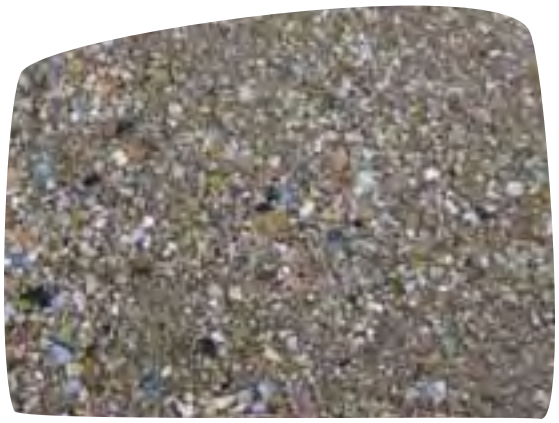
Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.4 (Klei)schelpenpaden

9.7 Kleischelpen



Basismateriaal

Kleischelpen zijn een mengeling van schelpen en klei die wordt gebaggerd in de Noordzee. De schelpen vormen met de klei een harde laag. Dit komt omdat de kalk in de schelpen zich bindt aan de klei. Er kan gesproken worden van een soort cementwerking.

Varianten – Types

Kleischelpen zijn beschikbaar in twee types:

- De conventionele, op zee gebaggerd met klei van de zeebodem;
  Vanzelfsprekend bezit dit type kleischelpen een redelijk gehalte aan chloorionen.
- BSB-kleischelpen zijn het resultaat van het mengen van schone klei met gewassen schelpen.

Wetgeving en normering

BSB-kleischelpen moeten voldoen aan het Nederlandse Bouwstoffenbesluit.

Technische aspecten

Zie 6.2.4 (Klei)schelpenpaden

SB250 III-21 ~ natuursteen
SB250 III-23.1 ~ keien

Basismateriaal

De vorming van natuursteen is een continu geologisch proces en verloopt op uiteenlopende wijzen. Natuursteen kan gevormd worden door afkoeling en stolling van vloeibaar gesteente, zoals magma of lava (zogenaamde stollingsgesteenten). Ook kunnen ze ontstaan door verstening van sediment zoals zand, klei of kalk (zogenaamde sedimentgesteenten). Door blootstelling aan extreme druk, al dan niet in combinatie met hoge temperaturen, kunnen de voorgaande gesteenten zodanig van gedaante veranderen dat er van een ander gesteente gesproken wordt (zogenaamde metamorfe gesteenten). Het geologisch proces bepaalt dus het uiterlijk en de eigenschappen van natuursteen. Omdat geen plek ter wereld dezelfde geologische ontwikkeling doormaakt, is geen natuursteen gelijk. Natuursteen wordt in groeves gewonnen. Het wordt gewonnen in blokken, waarna het wordt gezaagd tot platen of tegels en verwerkt tot ondermeer kasseien en mozaïeken.

Voor toepassingen in het openbaar domein zijn volgende natuursteensoorten het meest geschikt:
- kalksteen (waaronder arduin);
- zandsteen;
- porfier;
- graniet;
- basalt.

Varianten – Types

De mogelijkheden van natuursteen zijn onbeperkt, daarom zijn hieronder enkel die toepassingen (maatvoering en soorten steen) beschreven die het meest geschikt zijn voor groene omgevingen.

Kasseien
Kasseien worden al eeuwenlang gebruikt als verharding voor wegen. Het zijn grootformaat natuursteenkeien, voornamelijk gemaakt uit gres (harde zandsteen), graniet of porfier. Deze stenen zijn meestal rechthoekig en hun maten variëren (bv. 11 x 17 cm, 12 x 18 cm, 13 x 20 cm, ...). Ze komen ook in vierkante varianten voor (bv. 15 x 15 cm).

Mozaïekkeien
Mozaïekkeien zijn kleine kasseien. Ze zijn te verkrijgen in verschillende kleuren, soorten gesteente en formaten. Het meest voorkomende formaat is 7/9, dit wil zeggen dat het kubieke kasseitjes zijn die binnen de afmetingen van 7 cm op 7 cm op 7 cm en 9 cm op 9 cm op 9 cm variëren. We onderscheiden herkapte, gerecupereerde en nieuwe mozaïekkeien.

Platines
Deze (gezaagde) zandsteenelementen beschikken over een natuurlijk gespleten bovenvlak dat zorgt voor de mooie vlakheid van deze kassei. Daarom is deze steen uitermate geschikt voor wandelpaden. Verkrijgbaar in de maten 12 x 12 cm, 13 x 13 cm, 14 x 14 cm, 15 x 15 cm en 16 x 16 cm.

In het standaardbestek worden de verschillende formaten en afmetingen opgesomd.

Wetgeving en normering

Volgende normen, technische voorschriften en richtlijnen zijn van toepassing:
- natuursteen cfr. PTV 844;
- keien cfr. PTV 842;
- index III-23.1 van het SB250, aangevuld met NBN EN 1342 - Straatkeien in natuursteen - Eisen en proeven (2002) en TV 220 6.2.3 - Straatkeien (WTCB, 2001).

Technische aspecten

Zie 6.2.6 Paden van natuursteenelementen

9.9 Gespleten primaire fracties

SB250 III-7.1.1.1.A
SB250 III-3.2.1.17 ~ dolomiet

Basismateriaal

Het basismateriaal bestaat uit natuursteen zoals beschreven onder 9.8 Natuursteenelementen.

Gespleten primaire fracties van dit basismateriaal worden bekomen door het mechanisch breken van de natuursteen, waarna er gezeefd wordt om verschillende fracties te bekomen.

Varianten - Types

Gespleten primaire fracties worden ingedeeld volgens de aard van de fracties of de graad van verharding.

Volgens de grootte van de fracties:
- split* (fijne fracties 0-7 mm);
- steenslag* (grotere fracties).

Volgens de graad van verharding:
- los;
- gestabiliseerd door aanwalsen;
- gebonden door inbreng cement (3-20%);
- gebonden door inbreng van cement (>20%) (beton).

Er dient rekening mee gehouden te worden dat verschillende korrelgroottes voor verschillende toepassingen op de markt zijn. De fracties die bij de groeves voorradig zijn, variëren echter naargelang de ingestelde zeefmaten na vermaling. Het vragen van korrelgroottes die afwijken van gehanteerde standaarden resulteert in veel hogere prijzen dan de standaard marktprijzen. Enige flexibiliteit en afstemming met het aanbod is dus steeds aangewezen. Daarnaast dient er ook aandacht te zijn voor de korrelgrootteverdelingen die bepaald worden door de zeefdoorval. De hoeveelheid fijne fractie in het granulaat is in de regel kleiner dan de hoeveelheid grotere fracties. De korrelgrootteverdeling bepaalt de mechanische en drainerende aspecten van het materiaal. De aanwezigheid van de fijnste fractie zorgt vrijwel steeds voor natuurlijke binding.

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie:
- 6.2.3.2 Paden van gras-steenslag
- 6.2.5 Paden van gespleten primaire fracties

9.10 Rolgrind

SB250 III-7.1.1.2

Basismateriaal

Grind is een afzetting die voor ten minste dertig procent bestaat uit gesteentefragmenten waarvan de korrelgrootte varieert tussen 2 en 63 mm. Wanneer de fragmenten kleiner zijn spreken we van zand, zijn ze groter, dan spreken we van keien.

Grind is rond van vorm, verkleeft daardoor nauwelijks, en blijft dus los liggen. Grof grind blijft langer los liggen dan fijn grind. Het grind is in verschillende kleuren verkrijgbaar. Wie wel de uitstraling van grind wil maar het losse karakter van het materiaal een probleem vindt, kan ook kiezen voor gebroken grind (grind dat vermalen werd) of leemgrind. Bij leemgrind vormt leem een laagje rond het grind waardoor het wat verkleeft en dus beter blijft liggen. Het leem is natuurlijk aanwezig bij ongewassen grind of wordt toegevoegd aan gewassen grind.

Varianten - Types

De grindkiezels zijn afkomstig uit verafgelegen gebieden en door water of ijs meegevoerd. Het meeste grind in België is aangevoerd door rivieren.

Riviergrind wordt meestal vernoemd naar de herkomst van het product (bijvoorbeeld Maasgrind). Riviergrind bevindt zich hoofdzakelijk onder de watertafel. Het resultaat van de grindwinning is een leemarm grind, goed uitgewassen en grijs van kleur.

Riviergrind dat voorkomt in de rivierterrassen wordt **berggrind** genoemd. Doordat de rivier zich steeds dieper ingesneden heeft, zet het op een steeds lagere hoogte grind en zand af. De jongste afzettingen liggen hier dus lager dan de oudere afzettingen. Hierdoor is het berggrind intens gekleurd en heeft het een kleiige matrix. Lang werd het berggrind als minderwaardig beschouwd dan het Maasgrind uit de Maasvallei. Vandaag kan men het berggrind wel gebruiken voor hoogwaardige toepassingen in de wegenbouw of betontoepassingen. Het berggrind moet dan wel een intens gewassen worden om klei en leem te verwijderen.

In de Noordzee komen uitgestrekte velden **zeegrind** voor, nl. langs de Engelse kust.

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.7 Paden van rolgrind

9.11 Houtsnippers en boomschors

Basismateriaal

Houtsnippers ontstaan door het versnipperen van ondermeer snoeihout.

Ook boomschors wordt gebruikt als verhardingsmateriaal. Dit heeft een langere levensduur dan gewone houtsnippers, maar is meestal niet in de directe omgeving te vinden.

Varianten - Types

Afhankelijk van de fijnheid van de snippers en het soort hout dat versnipperd wordt, worden verschillende types onderscheiden:

- Houtsnippers met een snippergrootte tussen 5 en 30 mm zijn geschikt als valondergrond onder speeltoestellen.
- Er bestaan ook gekleurde houtsnippers (gekleurd met kleurstoffen uit de voedingsindustrie). Deze worden veelal gebruikt op speelplekken. Door deze behandeling met de verf worden de snippers tevens verduurzaamd.

Ook boomschors bestaat in verschillende types:

- gewone schors (bv. van Fijnspar 0/40 mm);
- topschors (bv. Pinus sylvestris 10-20 mm);
- Franse schors (Pinus maritima 15-25 mm).

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.8.1 Houtsnipperpaden en boomschorspaden

SB250 III-50

Basismateriaal

Permanent of regelmatig natte delen in groengebieden kunnen overbrugd worden door vlonderpaden. De paden bestaan uit een opeenvolging van houten planken die bevestigd worden op palen.

Hout gebruikt voor de productie van planken voor het maken van knuppelpaden en vlonders is bij voorkeur afkomstig van Europese boomsoorten met duurzaamheidsklasse I of II.

Europese hardhoutsoorten die geschikt zijn:

- Robinia (Robinia pseudoacacia) (duurzaamheidsklasse I) is de meest duurzame hardhoutsoort van Europa. Robinia heeft naast een hoge duurzaamheid ook zeer goede sterkte-eigenschappen. Het heeft wel een neiging tot krom groeien waardoor het takvrije stamstuk relatief kort is. Robinia heeft een hoog looizuurgehalte, waardoor stalen elementen die in contact komen met het hout bij voorkeur roestvrij zijn.
- Eik (Quercus spp.) (duurzaamheidsklasse II en III) bevat looizuur dat in belangrijke mate bijdraagt aan de duurzaamheid van de soort. Het looizuur is ook verantwoordelijk voor een aantal andere karakteristieken. Stalen elementen die in contact komen met het hout zijn bij voorkeur roestvrij. Nat eikenhout is corrosief in contact met ijzer. En wanneer cement of beton in contact komt met Eik, zal dat het uitharden vertragen. Eikenhout is goed te bewerken.
- Tamme kastanje (Castanea sativa) (duurzaamheidsklasse II) is bijzonder taai, elastisch en duurzaam. Het hout van de tamme kastanje bevat zeer veel looistoffen (7 tot 10% op het drooggewicht), die een mogelijke verklaring vormen voor het zeer hoge natuurlijke weerstandsvermogen tegen vocht en schimmels.

Varianten – Types

Volgende types worden het vaakst toegepast:

- rondhout (voor knuppelpaden);
- planken (voor vlonderpaden).

Wetgeving en normering

Certificatie duurzaam beheerd bos: FSC / PEFC

De technische specificaties (STS; zie 8.2.5 Instanties bevoegd voor certificering en het beheer van keurmerken) voor hout worden uiteengezet in de STS 04. In het bestek moet de STS 04 (en de STS 23 en 31) vermeld worden. De bouwheer kan ook op de werf laten controleren (bv. door de architect) of het hout aan de STS 04 voldoet. Vochtgehalte, duurzaamheid en sterkteklasse zijn de voornaamste aandachtspunten. Aangeraden is een certificaat van de houtverduurzaming te eisen (zie 8.2.5 Instanties bevoegd voor certificering en het beheer van keurmerken) en te eisen dat er gewerkt wordt met naar sterkte gesorteerd hout (klasse S6 of S8).

- **Duurzaamheid**
  Rechtstreeks contact met de bodem of met oppervlaktewater is de zwaarst mogelijke vochtbelastingsgraad voor houten constructies. De voorkeur gaat dan ook uit naar het spintvrije kernhout van zeer duurzame houtsoorten (duurzaamheidsklasse I). Voor bepaalde toepassingen kan men kiezen voor spintvrij kernhout van duurzame houtsoorten (duurzaamheidsklasse II), die uiteraard minder lang zullen meegaan.

- **Densiteit en mechanische belasting**
  Voor mechanisch belaste (dragende) bouwdelen moet het hout ook voldoende zwaar zijn. Een densiteit (volumieke massa bij houtvochtgehalte van 12%) van minstens 750 kg/m3 is vereist. Voor mechanisch onbelaste (niet dragende) bouwdelen volstaat hout met een densiteit van minstens 600 kg/m3. Deze minder zware houtsoorten zijn echter niet noodzakelijk goedkoper, zodat men ook voor de onbelaste onderdelen vaak het zwaardere hout gebruikt.

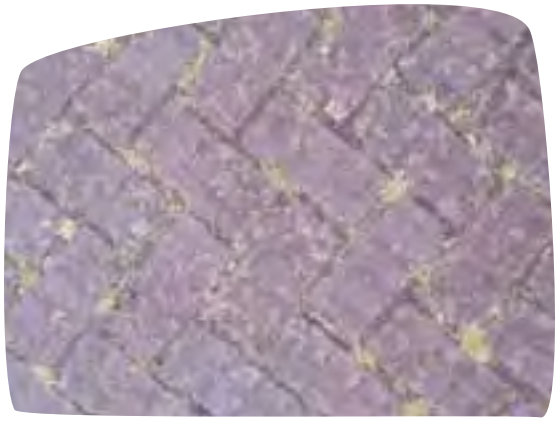
- **Risico op krimp en vervorming**
  Bij permanent contact met water is het risico op krimp en vervorming minder relevant. Houtsoorten met een matige (5,5-8,0%) tot zelfs grote (> 8,0%) tangentiële krimp komen in aanmerking. Ook het verschil tussen de totale tangentiale krimp en de totale radiale krimp kan matig (1,2-2,7%) tot groot (> 2,7%) zijn. Radiale krimp kan matig (1,2-2,7%) tot groot (> 2,7%) zijn.

Technische aspecten

Zie:
- 6.2.8.2 Vlonderpaden
- 6.2.8.3 Knuppelpaden

9.13 Gebakken straatsteen

SB250 III-23.4



Basismateriaal

De gebakken straatsteen of ook wel (klei)klinker genoemd is vervaardigd uit klei al dan niet gemengd met leem, zand en andere toeslagstoffen, maar vrij van asbest en formaldehyde. Het materiaal wordt na in de gewenste vorm te zijn gebracht, gedroogd en gebakken op een temperatuur die hoog genoeg is om een keramische binding* te bewerkstelligen.

Doordat weersinvloeden geen vat hebben op de kwaliteit van de klinkers blijven deze klinkers kleurvast en zal de kleur niet vervagen. Veel klinkers zijn al meer dan 100 jaar oud en gaan, na hergebruik, nog zeer lang mee.

Varianten - Types

Door verschillende kleisoorten te mengen worden gebakken kleiklinkers geproduceerd met verschillende kleurschakeringen. Een hoog ijzergehalte in de klei geeft een rode klinker terwijl een hoog kalkgehalte in de klei een meer bronzen kleur geeft. Ook het bakproces heeft invloed op de kleur. Door het productieproces is elke klinker uniek. Geen enkele klinker is hetzelfde wat ook de charme geeft aan klinkers. Door plaatselijke temperatuurverschillen in de oven kunnen klinkers kromtrekken of krimpen. Dit is geen probleem als de vervormingen binnen de marges blijven. Dit geldt voor alle authentieke, traditioneel klinkers.

Het in de klei aanwezige silicaat (zand) verglaast. Vooral aan de buitenkant. Door deze verglazing hebben weersinvloeden geen vat op de kwaliteit van klinkers en worden deze slijtvast. Doordat de poriën grotendeels verdwijnen met het verglazen is de opname van vocht en vuil door klinkers minimaal. Zelfs met zeer strenge vorst vriezen ze niet kapot.

Gebakken straatstenen zijn verkrijgbaar in verschillende formaten:
- Circa 200 x 100 x 50 / 200 x 100 x 70 / 200 x 100 x 80 / ... mm;
- Circa 200 x 65 x 65 / 200 x 90 x 40 / 160 x 90 x 40 / ... mm;
- Circa 240 x 120 x 50 / 240 x 120 x 70 / ... mm;
- Circa 100 x 100 x 50 / 150 x 150 x 50 / 200 x 200 x 50 / ... mm.

Gebakken straatstenen kunnen afgewerkt zijn met of zonder vellingkant. Dit is een afgeschuinde of afgeronde kant (maximaal 8 mm).

Wetgeving en normering

- Benor-merk of gelijkwaardig;
- PTV 910;
- afmetingen NBN B24-205;
- kwaliteitseisen NBN EN 1344:
  - kwaliteitsklasse: klasse 1/2/3;
  - wateropname: maximum 7% naargelang de klasse (klasse 4 komt niet in aanmerking);
  - gemiddelde weerstand tegen breuk: minimum klasse T2;
  - slijtweerstand: minimum klasse A2.

Technische aspecten

Zie 6.2.9.1 Paden van gebakken straatstenen

9.14 Gebroken kleipuin

SB250 III-7.1.1.1.B.7 ~ gebroken metselwerkpuin

Basismateriaal

Zuiver gebroken baksteen- of dakpannenpuin, bestaande uit op hoge temperatuur gebakken tertiaire of kwartaire klei, is een betaalbaar en inert* materiaal.

Maar baksteenpuin of metselwerkpuin is meestal afkomstig van de verwerking van vermengd metselwerk en/of oude dakpannen. Door het grote percentage aan onzuiverheden in het bouwafval is het moeilijk het materiaal volledig te zuiveren.

Varianten - Types

De korrelgroottesamenstelling is variabel naargelang de zeving, maar de fracties variëren gebruikelijk van 0 tot 40 mm (volgens NBN-EN 13285).

Wetgeving en normering

Naast de beschreven technische voorwaarden (PTV 406, NBN-EN 13285) gelden voor het hergebruik van de puinfractie (beton- en/of metselwerkpuin) in of als bouwstof (bv. voor funderingen) de volgende voorwaarden:

- De puingranulaten zijn afkomstig van een vergunde inrichting en zijn onderworpen aan de COPRO-keuring of een gelijkwaardige kwaliteitscontrole.
- De puingranulaten worden tenminste éénmaal per jaar bemonsterd en geanalyseerd door een erkend labo.
- De puingranulaten zijn chemisch niet verontreinigd en voldoen aan de voorwaarden inzake samenstelling (totaalconcentratie en uitloogbaarheid) voor gebruik als bouwstof zoals beschreven in subbijlagen 4.2.2.A. en 4.2.2.B van het VLAREA.
- De puingranulaten zijn fysisch niet verontreinigd en bevatten maximum 0,5% (voor betonpuin) of 1% (voor baksteenpuin) niet-steenachtig materiaal en maximum 0,5% organisch materiaal.
- De puingranulaten bevatten geen vrije asbestvezels of asbeststof.

9.15 Cementbeton

SB250 III-6.2.5 ~ zand voor cementbeton voor wegenwerken
SB250 III-7.1.2.5 ~ steenslag voor cementbeton voor wegverhardingen en lijnvormige elementen

Basismateriaal

De cementbetonverharding omvat het laags- en strooksgewijs spreiden en mechanisch verdichten van een mengsel van granulaten, cement, aanmaakwater, en eventuele hulpstoffen om een stijve verharding te verwezenlijken met of zonder wapening.

De samenstellende materialen zijn hoofdzakelijk:

- zand voor cementbeton voor wegenwerken volgens SB250 III-6.2.5. Opgelet: de bepaling SB250 III-6.2.5.4 geldt alleen voor de rijbanen of de deklaag van het cementbeton in geval van een tweelaagse uitvoering van cementbeton;
- steenslag of grind voor cementbeton, voor wegverhardingen en lijnvormige wegelementen volgens SB250 III-7.1.2.5 (opgelet: de bepaling SB250 III-7.1.2.5.E geldt alleen voor de rijbanen);
- cement CEM I (LA) of cement CEM III/A (LA) van de sterkteklasse 42,5 volgens SB250 III-8;
- hulpstoffen voor mortel en beton volgens SB250 III-20;
- aanmaakwater cfr. NBN-EN 1008;
- nabehandelingsproducten volgens SB250 III-15;
- plastiekfolie volgens SB250 III-13.1.1.2 of volgens SB250 III-13.1.1.1 (enkel voor landbouwwegen);
- bitumenemulsies volgens SB250 III-11.4;
- voegvullingsproducten volgens SB250 III-16;
- voegplanken voor uitzettingsvoegen volgens SB250 III-17;
- voeginlagen volgens SB250 III-18;
- kleefvernis volgens SB250 III-19;
- calciumchloride in oplossing volgens SB250 III-22.2.

Varianten – Types

Voor wandel- en fietspaden van cementbeton wordt in de regel cementbeton met luchtbelvormers gebruikt. Dit maakt het beton beter bestand tegen aantasting door vorst in combinatie met dooizouten. Bij cementbetonverhardingen heeft de ontwerper de keuze tussen klassiek platenbeton of doorlopend gewapend beton. Technisch gezien is het niet aangewezen om gewapend beton te gebruiken voor voetpaden en fietspaden. Gewapend beton is immers duurder dan ongewapend beton.

Bepaalde cementbetonverhardingen hebben een hoge rolweerstand in vergelijking met asfalt.
Cementbetonverhardingen kunnen als volgt ingedeeld worden:

- Indeling volgens uitzicht:
  - gladde beton;
  - beton met geborsteld oppervlak;
  - uitgewassen beton;
  - "streetprint" beton;
  - gekleurde beton.
- Indeling volgens dikte
  Er bestaan een- of tweelaagse uitvoeringen. In het geval van een tweelaagse uitvoering bedraagt de nominale dikte van de deklaag 40 mm.

Wetgeving en normering

NBN-EN 13808:2005	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Raamwerk voor de specificatie van kationische bitumenemulsies
PTV 411	Codificatie van de granulaten overeenkomstig de normen NBN EN 12620, NBN EN 13043, NBN EN 13139 en NBN EN 13242
NBN EN 197-1:2000/A1:2004	Cement - Deel 1: Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheids-criteria voor gebruikelijke cementsoorten
PTV 603	Gewone cementsoorten - Bijkomende karakteristieken
NBN B 12-108:2006	Cement - Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten
NBN B 12-109:2006	Cement - Cement met begrensd alkali-gehalte
NBN-EN 12620	Toeslagmaterialen voor beton
NBN-EN 1008.	Aanmaakwater voor beton - Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van de geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton
NBN EN 933-5:1998/A1:2004	Beproevingsmethoden voor geometrische eigenschappen van granulaten - Deel 5 : Bepaling van het percentage aan gebroken oppervlakken in grove granulaten
prEN 14754-1	Curing compounds - Test methods - Part 1: Determination of water retention efficiency of common curing compounds
NBN EN 14188-1:2004	Voegvulmiddelen en afdichtingsmaterialen - Deel 1: Specificaties voor warm aangebrachte afdichtingsmaterialen
NBN EN 14188-2:2005	Voegvulmiddelen en afdichtingsmaterialen - Deel 2: Specificaties voor koud aangebrachte voegafdichtingsmaterialen
PTV 500	Hulpstoffen

Technische aspecten

Zie 6.2.10.1 Paden van cementbeton

9.16 Betonstraatstenen

SB250 III-23.2 ~ betonstraatstenen

Basismateriaal

Betonstraatstenen (andere benaming: betonklinkers) zijn straatstenen die als goedkoop alternatief voor de gebakken straatstenen zijn ontwikkeld.

Varianten – Types

De stenen worden geproduceerd uit al dan niet gekleurd beton en kunnen al dan niet kleurvast zijn. Kleuren variëren over grijs / wit / geel / rood / zwart / bruin / ...

Niet-kleurvast
De goedkoopste methode is het toevoegen van kleurstof aan de toplaag van het beton. De toplaag van de steen bestaat hierbij uit fijne grondstoffen, met toevoeging van kleurstoffen. Verder wordt de kleur bepaald door het gebruikte cement. Zo is hoogovencement lichter van kleur dan portlandcement. Nadelen van deze methode zijn het wegspoelen van cement en het slijten van de toplaag. Hierdoor wordt de grijze en van grof materiaal gemaakte onderbeton zichtbaar en wordt de steen langzaam grijs.

Kleurvast
De eenvoudigste manier om een kleurvaste steen te verkrijgen is het maken van een volledig gekleurde steen. Hierbij wordt de steen niet grijs bij het slijten van de toplaag omdat de gehele steen van hetzelfde gekleurde materiaal gemaakt is. Echte kleurvaste eigenschappen worden verkregen door het gebruik van natuurlijke materialen. Zo zijn basalt en arduin (stollingsgesteenten) van nature zwart en zullen ze hun kleur niet verliezen. Ook worden stenen geproduceerd waarbij enkel de toplaag gekleurd wordt met natuursteen.

Bewerkingstechnieken
Door het vermengen van het beton met granulaten of het toepassen van technieken kunnen zeer verschillende soorten stenen verkregen worden. Zo geeft koperslak (zwarte natuursteen) een glimmend oppervlak. Wanneer je een "verse" steen bewerkt met een hogedrukspuit ("uitwassen") of uitveegt met een bezem, wordt het oppervlak ruw en ontstaat een product dat lijkt op een natuurproduct.

Nieuwe ontwikkelingen
Op dit moment is de productie van waterdoorlatende en "stille" stenen in volle ontwikkeling. Een stille steen beperkt de geluidshinder voor de omgeving.

Afmetingen:
- A1: rechthoekig (220 x 110 x 80 / 220 x 110 x 100 / 220 x 110 x 120 / ... mm); genormaliseerde stenen van 220 x 110 x 60 of 220 x 110 x 70 mm bestaan eveneens en worden gebruikt voor voetpaden;
- A2: stenen met andere fabricagematen waaronder vierkante stenen;
- B1: stenen met ineenvoeging (i.e. horizontale profilering);
- B2: stenen met ineenvoeging en steun (lastoverdracht in horizontale en in verticale richting);
- C: speciale stenen die niet tot bovenvermelde types behoren, zoals combinatiestenen waarmee cirkels en waaiers kunnen uitgevoerd worden.

Met de dikte van betonstraatstenen kan gevarieerd worden zodat ze geschikt zijn voor verschillende toepassingen. Stenen met een dikte van 5 tot 7 cm zijn geschikt voor voetgangerszones en licht autoverkeer. De meest voorkomende dikte is 8 cm. Diktes van 9 tot en met 15 cm zijn geschikt voor zwaar verkeer.
Randen van betonstraatstenen kunnen recht zijn of met facet (afgeschuinde kop).

Wetgeving en normering

Volgende normen, technische voorschriften en richtlijnen zijn van toepassing:
- NBN B21-311-Betonstraatstenen + addendum (1992);
- NBN EN 1338-Betonstraatstenen-Eisen en beproevingsmethoden (2003);
- PTV 21-311-Wegenis-Betonstraatstenen-Addendum 1 (2000) en Erratum 1 (2001);
- Dienstorders A.W.V. van '96/08, '97/04 en '97/08.

Specifiek voor waterdoorlatende betonstraatstenen:
- NBN B 21-311 en PTV 21-122 Bestratingen van Beton voor waterdoorlatende grondbekledingen;
- NBN EN 1344 - Straatbaksteen - Eisen en proeven (2002), geschikt voor toepassing in waterdoorlatende bestratingen.

Technische aspecten

Zie 6.2.10.2 Paden van betonstraatstenen

9.17 Gebroken betonpuin

SB250 III-7.1.1.1.B.3 ~ gebroken betonpuin

Basismateriaal

Betonpuin is een recyclagemateriaal waarbij het bouwafval met breek- en zeefinstallaties wordt gebroken en gerecycleerd tot BENOR-gekeurde puingranulaten.

Betonpuingranulaat is afkomstig van het breken en zeven van zuiver al dan niet gewapend beton. Door de beperkte verontreinigingen zijn de bewerkingsprocessen eenvoudig. Er worden verschillende fracties betonpuingranulaat aangeboden.

Varianten – Types

Volgende types worden voor de vermelde toepassingen gebruikt:
- gebroken betonpuin 0-20 mm;
- gebroken betonpuin 0-40 mm;
- gebroken betonpuin 0-10 mm (zandcementbed);
- gebroken betonpuin 0-20 mm (fundering);
- gebroken betonpuin 0-40 mm (fundering);
- gebroken betonpuin 0-56 mm (onderfundering Type I);
- gebroken betonpuin 0-56 mm (onderfundering Type II);
- gebroken betonpuin 20-63 mm (fundering);
- gebroken betonpuin 32-56 mm (fundering);
- gebroken betonpuin 0-4 mm (zandcementbed);
- gebroken betonpuin 4-20 mm (granulaat stortbeton cfr. NBN EN 12620);
- gebroken betonpuin 4-20 mm (fundering).

Wetgeving en normering

De volgende normen en technische voorschriften zijn van toepassing:

- COPRO en BENOR gekeurde puingranulaten: de keuring wordt bepaald door de gewenste kwaliteit van het eindproduct, met name de puingranulaten;
- PTV406: extra proeven voor prestatie-eigenschappen zoals weerstand tegen verbrijzeling, weerstand tegen afslijten en weerstand tegen vorst en dooi;
- NBN EN 1097-1 Beproevingsmethoden voor de bepaling van fysische en mechanische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 1: Bepaling van de weerstand tegen afslijting (micro-Deval);
- NBN EN 1097-2 Beproevingsmethoden voor de bepaling van fysische en mechanische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 2.

Technische aspecten

Zie 6.2.10.5 Paden van gebroken betonpuin

9.18 Gebroken mengpuin

SB250 III-7.1.1.1.B.6 ~ gebroken mengpuin

Basismateriaal

Mengpuin is een mengsel van beton- en metselwerkpuin in een verhouding 50/50 (40/60 tot 60/40).

Varianten – Types

Volgende types worden voor de vermelde toepassingen gebruikt:
- gebroken mengpuin 0/10 (zandcementbed);
- gebroken mengpuin 0/32 (onderfundering);
- gebroken mengpuin 0/56 (onderfundering);
- gebroken mengpuin 0/20 (onderfundering);
- gebroken mengpuin 20/56 (onderfundering).

Wetgeving en normering

Het gebruik van mengpuin in de toplaag van een verharding is niet conform het Standaardbestek 250. Naast de beschreven technische voorwaarden (PTV 406) gelden voor het hergebruik van de puinfractie (beton- en/of metselwerkpuin) in of als bouwstof (bv. voor funderingen) de volgende voorwaarden:
- De puingranulaten zijn afkomstig van een vergunde inrichting en zijn onderworpen aan de BENOR-keuring of een gelijkwaardige kwaliteitscontrole.
- De puingranulaten worden tenminste éénmaal per jaar bemonsterd en geanalyseerd door een erkend labo.
- De puingranulaten zijn chemisch niet verontreinigd en voldoen aan de voorwaarden inzake samenstelling (totaalconcentratie en uitloogbaarheid) voor gebruik in of als bouwstof zoals beschreven in subbijlagen 4.2.2.A. en 4.2.2.B van het VLAREA.
- De puingranulaten zijn fysisch niet verontreinigd en bevatten maximum 0,5% (voor betonpuin) of 1% (voor baksteenpuin) niet-steenachtig materiaal en maximum 0,5% organisch materiaal.
- De puingranulaten bevatten geen vrije asbestvezels of asbeststof.

SB250 III-10 ~ vulstoffen en toevoegsels voor bitumineuze mengsels

Basismateriaal

Asfalt is een mengsel van minerale bestanddelen (stenen, zand en vulstof) met een bitumineus bindmiddel, dat geraffineerd wordt uit aardolie.

De bestanddelen van asfalt zijn hoofdzakelijk:
- zand voor bitumineuze mengsels volgens SB250 III-6.2.6;
- zand als nabehandelingsproduct volgens SB250 III-6.2.8;
- steenslag voor bitumineuze mengsels volgens SB250 III-7.1.2.9;
- steenslag voor begrinding van rijbaanoppervlakken volgens SB250 III-7.1.2.6;
- vulstof voor bitumineuze mengsels voor verhardingen volgens SB250 III-10.1;
- wegenbitumen B 35/50, B 50/70 en B 70/100 volgens SB250 III-11.2.1.1;
- wegenbitumen met een positief indringingsgetal volgens SB250 III-11.2.1.2;
- hard wegenbitumen B 10/20 en B 15/25 volgens SB250 III-11.2.1.3;
- polymeerbitumen volgens SB250 III-11.6;
- bitumenemulsie volgens SB250 III-11.4;
- voorgevormde bitumineuze voegband volgens SB250 III-14.1.1;
- geëxtrudeerde voegband volgens SB250 III-14.1.2;
- vezels volgens SB250 III-10.3.

De volgende typeaanduiding wordt gebruikt: AB-NTX; SMA-TX of ZOA-TX. Hierin is:
- N het type asfaltbeton (1, 2, 3, ...);
- T de nominale gradering (A=0/20, B=0/14, C=0/10 en D=0/6,3);
- X het type bindmiddel:
  - 1 = gewoon bitumen B 35/50 of B 50/70 of B 70/100;
  - 2 = polymeerbitumen;
  - 3 = bitumen met natuurasfalt (trinidad, ...);
  - 7 = bindmiddel met positief indringingsgetal;
  - 8 = hard bitumen B 10/20 of B 15/25;
  - 9 = gewoon bitumen (B 35/50 of B 50/70 of B 70/100) met Uintah.

Varianten - Types

Er bestaan verschillende types toplaagmengsels, die van elkaar verschillen qua gebruikte grondstoffen of hulpstoffen:
- asfaltbeton (AB);
- splitmastiekasfalt (SMA): kan hoge puntlasten verwerken;
- drainerend asfalt of zeer open asfalt (ZOA): als toplaag, niet voor landbouwwegen;
- gietasfalt: gebruik voor dunne toplagen en randen;
- gekleurd asfalt;
- koud asfalt;
- bestrijking.

Wetgeving en normering

NBN-EN 13242	Toeslagmaterialen voor ongebonden en hydraulisch gebonden materialen voor burgerlijke bouwkunde en wegenbouw
PTV 411	Codificatie van de granulaten overeenkomstig de normen NBN EN 12620, NBN EN 13043, NBN EN 13139 en NBN EN 13242
NBN-EN 13043	Toeslagmaterialen voor asfalt en oppervlaktebehandeling voor wegen, vliegvelden en andere verkeersgebieden
NBN-EN 13808:2005	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Raamwerk voor de specificatie van kationische bitumenemulsies
NBN EN 12591:2000	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Eisen voor wegenbitumen
NBN EN 13398:2004	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het elastisch herstel van gemodificeerd bitumen
DIN 1996-15/ NBN EN 1427	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het verwekingspunt - Ring- en kogelmethode
DIN 1996-17	Weerstand tegen vervorming op 45°C max 2,0
DIN 1996-18	Broosheid bij koude
DIN 52123	Plooiproef op -5°C

Technische aspecten

Zie 6.2.11 Asfaltverhardingen

9.20 Plantaardig bindmiddel

Basismateriaal

Plantaardig bindmiddel kan verkregen worden door het drogen en malen van planten (Plantago psyllium) tot een fijn poeder. Er worden ook plantaardige bindmiddelen geproduceerd uit plantaardige afvalolie.

Dit doorschijnend bindmiddel behoudt de natuurlijke kleur van de granulaten. Het toevoegen van pigmenten laat toe om andere kleuren te bekomen. Door het bindmiddel behoudt de verharding in zijn totaliteit een zekere elasticiteit.

Varianten - Types

Plantaardige bindmiddelen kunnen toegepast worden als bindmiddel en als (waterdoorlatende) voegvulling. Ze kunnen toegepast worden in combinatie met alle gespleten primaire fracties.

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.11.2 Paden van ecologisch asfalt

9.21 Kalk

SB250 III-11.8 ~ pigmenteerbaar bindmiddel

Basismateriaal

Kalk is een verzamelnaam voor een aantal alkalische zouten van calcium, zoals calciumoxide (ongebluste kalk), calciumhydroxide (gebluste kalk), calciumcarbonaat en calciumwaterstofcarbonaat.

Varianten - Types

De bindmiddelen op basis van kalk kunnen ingedeeld worden volgens hun mogelijke toepassingen.

Kalk voor het geschikt maken van grond als ophogings- en aanvullingsmateriaal
Hiervoor zijn ongebluste kalk (PTV 459) en kalkhydraat (van de klasse CL90 – S volgens NBN-EN 459-1) geschikt.

Kalk voor onderfunderingen type I (namelijk voor de bovenlaag bestaande uit zand, gemengd met gegranuleerde hoogovenslak en kalk)
Hiervoor is ongebluste kalk van de klasse NBN-EN 459-1 CL90-Q geschikt.

Kalk voor mortel voor betegeling of bestratingen
Hiervoor is hydraulische kalk van de klasse NBN-EN 459-1 HL2, NBN-EN 459-1 NHL2 of een mengsel van NBN-EN 4591 geschikt.

Wetgeving en normering

Kalk moet voldoen aan de normen NBN-EN 459-1, -2 en -3.

Technische aspecten

Zie:
- 6.2.2 Paden van ternair mengsel
- 6.2.5.3 Gestabiliseerde verhardingen van porfier

9.22 Synthetisch bindmiddel

SB250 III-11.8 ~ pigmenteerbaar bindmiddel
SB250 III-44 ~ kunsthars

Basismateriaal

Synthetische bindmiddelen kunnen uit twee verschillende kleurloze materialen bestaan:
- tweecomponenten epoxy;
- tweecomponenten polyurethaan.

Varianten – Types

Volgende types worden onderscheiden op basis van hun toepassing:
- als bindmiddel voor een verharding van fijne gespleten primaire fracties (split);
- als bindmiddel voor een slijtlaag van split afgestrooid op hout (bruggen, vlonders, steigers).

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

Zie 6.2.8.2 Vlonderpaden

9.23 Grasbetontegels

SB250 III-22.5

Basismateriaal

Grasbetontegels zijn betonstraatstenen met uitsparingen.

Varianten – Types

Er zijn variabele patronen beschikbaar.

Wetgeving en normering

De technische voorschriften zijn omschreven in PTV 211.

Technische aspecten

Zie 6.2.3.3 Verhardingen van grasbetontegels en gras-kunststofplaten

9.24 Gras-kunststofplaten

SB250 III-23.6

Basismateriaal

Gras-kunststofplaten bestaan uit gerecycleerd/recycleerbaar polyethyleen (PE), hoge densiteit polyethyleen (HDPE) of polypropyleen (PP).

Het materiaal is temperatuurbestendig (-15°C tot 50°C).

Varianten en types

Volgende types zijn verkrijgbaar:
- De maasvorm is vierkant, zeshoekig of vijfhoekig (lengte-breedteverhouding < 2).
- De maasgrootte is diagonaal gemeten minstens 6 cm.
- De standaardkleur is zwart, maar aangepaste kleuren kunnen geleverd worden.

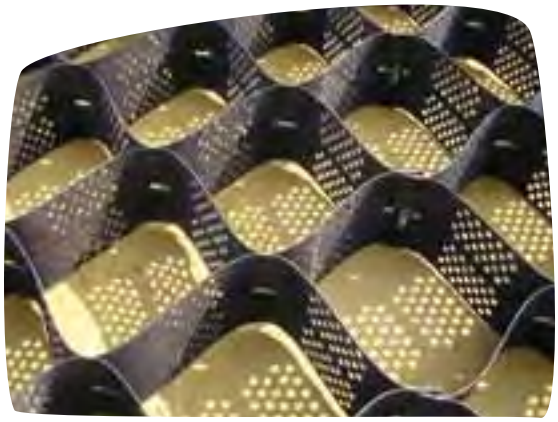
Wetgeving en normering

De volgende normen en technische voorschriften zijn van toepassing:
- De druksterkte volgens DIN 1072 kan tot 20 ton aslast dragen.
- Volgens PTV 828 worden de mechanische kenmerken van de rasters ingedeeld voor toepassingen voor de verschillende gebruikersklassen.
- De platen moeten aan de COPRO-certificering voldoen.

Technische aspecten

Zie:
- 6.2.3.3 Verhardingen van grasbetontegels en gras-kunststofplaten
- 6.2.5.4 Paden van kunststofplaten met losse granulaten

9.25 Geocellen



Basismateriaal

Deze zijn vervaardigd uit polyethyleen HDPE met een dichtheid van 0,935 – 0,965 gr/cm³ volgens ASTM D5105 met UV-koolstofstabilisator. De matten hebben een standaardbreedte van 2,44 m en een standaardlengte van 6 m en zijn 15 cm hoog. De oppervlakte van de cellen is 230 cm² tot 250 cm² (ruitvormig met doorsnede van ongeveer 250 mm x 200 mm). De celwand is minimum 1,25 mm dik en de celwanden hebben een honderdtal perforaties van meer dan 1 cm om horizontale drainage mogelijk te maken.

Varianten en types

De celhoogtes variëren van 5 tot 20 cm.

Wetgeving en normering

Geen specificaties

Technische aspecten

De toepassing wordt in geen enkel typeprofiel mee opgenomen omdat het gebruik enkel aangewezen is daar waar extra versteviging nodig is.

9.26 Geogrid

SB250 III-13.3

Basismateriaal

De gebruikte polymeren voor de fabricatie van geogrid zijn polyethyleen (PE), hoge densiteit polyethyleen (HDPE) of polypropyleen (PP). Eventueel is het grid voorzien van een hechting of coating op polymeerbasis.

Varianten en types

De vorm en de wijdte van de mazen van de grids zijn afhankelijk van de beoogde toepassing (uni-, bi- of triaxiale wapening) en van het materiaal waarmee zij worden gecombineerd. In het bijzonder dient de maaswijdte voldoende groot te zijn in vergelijking met de maximale korrelgrootte van dit materiaal. Dit is nodig om een goede verankering van het materiaal in het grid te verkrijgen of een voldoende hechting van bitumineuze materialen aan de onder het grid gelegen laag te waarborgen.

Wetgeving en normering

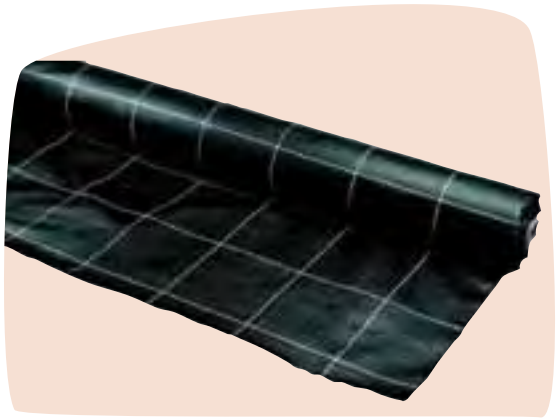
De technische voorschriften zijn omschreven in PTV 829.

Technische aspecten

Zie 6.2.1.4 Zand- en grondpaden voor dienstenverkeer

9.27 Geotextiel

SB250 III-13.2



Basismateriaal

Geotextiel is een kunststof doek vervaardigd uit verschillende kunststofsoorten zoals Polypropyleen (PP), Polyethyleen (PE), Polyester.

Geotextiel wordt toegepast om vermenging van ondergrond, funderings- of toplaagmateriaal te voorkomen, terwijl waterinfiltratie mogelijk blijft. Daarnaast kan geotextiel ook gebruikt worden als anti-worteldoek.

Varianten en types

Geotextielen zijn verkrijgbaar in talloze uitvoeringen en ook kwaliteiten en de keuze dient afgestemd te worden op toepassing en locatie. Niet alle soorten zijn geschikt voor toepassingen in openbaar gebied.

De geotextielen kunnen onderverdeeld worden in geweven en niet-geweven geotextiel.

Bij geweven geotextiel worden de verschillende polypropyleen vezels in elkaar geweven. Het grote voordeel is dat deze structuur lucht en water doorlaat, terwijl de minder fijne deeltjes worden tegengehouden. Ze kunnen niet wegrotten en ze zijn zuur-, alkali- en UV-bestendig.

Niet geweven geotextiel bestaat uit thermisch aan elkaar gelaste polypropyleen vezels. Ze hebben een grote rekbaarheid, hebben een bijzonder stevige structuur en zijn uiterst gemakkelijk te plaatsen.

Wetgeving en normering

- De technische voorschriften zijn omschreven in PTV 829.
- Het geotextiel moet het BENOR-keurmerk dragen.

Technische aspecten

Zie:

- 6.2.1.1 Zand- en grondpaden voor extensief gebruik
- 6.2.1.3 Zandpaden voor ruiters en menners
- 6.2.1.4 Zand- en grondpaden voor dienstenverkeer
- 6.2.3.2 Paden van gras-steenslag
- 6.2.3.3 Verhardingen van grasbetontegels en gras-kunststofplaten

Verklarende woordenlijst

Begrippen die hier opgenomen zijn, worden in de tekst gemarkeerd met een asterix (*).

Anti-worteldoek

Een anti-worteldoek is een geweven water- en luchtdoorlatende doek die het wortelen van kleine planten voorkomt. Een geotextiel functioneert ook als anti-worteldoek.

Bestrijking

Bestrijking is een procedé waarbij er op een stabiele fundering een kleeflaag bitumen wordt aangebracht, waarna er een dunne laag granulaat van variabele samenstelling op aangebracht wordt, die zo 'verlijmd' wordt tot toplaag.

Boucharderen

Boucharderen is het bewerken van natuursteen met een slaghamer. Het resultaat kan een geprikt oppervlak zijn (fijn gebouchardeerd), maar kan ook grilliger zijn (van middelmatig tot grof of ruw gebouchardeerd).

Gebouchardeerde natuursteen heeft een dicht oppervlaktepatroon van meestal onregelmatige ronde punten tussen 1 en 3 mm groot en diep. Andere groottes zijn afhankelijk van de soort slaghamer, de kracht die uitgeoefend wordt op de hamer en van de dichtheid van het patroon.

Brandgang

De brede gangen, zoals je die tegenkomt in productiebossen worden ook brandgangen genoemd. Een brandgang heeft als doel om de voortgang van de brand enigszins te vertragen. Het vuur heeft namelijk iets meer tijd nodig om van blok tot blok te geraken.

Duurzaamheidsklassen hout

De Europese norm EN 350.2 preciseert de indeling in duurzaamheidsklassen en de weerstand tegen insecten van de meeste houtsoorten die in Europa worden gebruikt. België hanteert de volgende duurzaamheidsklassen voor kernhout:

- duurzaamheidsklasse I: zeer duurzaam (meer dan 25 jaar*);
- duurzaamheidsklasse II: duurzaam (15 tot 25 jaar*);
- duurzaamheidsklasse III: matig duurzaam (10 tot 15 jaar*);
- duurzaamheidsklasse IV: weinig duurzaam (5 tot 10 jaar*);
- duurzaamheidsklasse V: niet duurzaam (minder 5 jaar*).

* gemiddelde levensduur van een paaltje van 50 x 50 mm in grondcontact

Honingraatstructuur

Een honingraatstructuur is een algemene term voor plastic rasters die zorgen voor versteviging van funderings- of verhardingsmaterialen. De rasters worden op het grondoppervlak of op fundering gelegd en gekoppeld. De rasters bestaan uit individuele cellen (ruitvormig of vierkant) en worden over hun volledige hoogte opgevuld met substraat.

Inert materiaal

Een materiaal wordt inert genoemd wanneer het niet of beperkt reageert met andere stoffen, bijvoorbeeld in het kader van verwering van granulaten (oplossing van zoutverbindingen door water).

Keramische binding

Een keramische binding, ook wel het proces van verglazing genoemd, wordt gevormd door verhitting (in bv. een oven) of door druk, waarbij minimaal twee elementen aanwezig zijn. Eén ervan is non-metallisch en de ander mag zowel metallisch als niet-metallisch zijn. De keramische binding is meestal op klei gebaseerd.

Knuppelpad

Een knuppelpad (ook houtpad, knuppeldam, knuppelbrug, knuppelweg, paaltjesweg) is een (verhoogd) pad dat is aangelegd door een moerasachtig terrein, zodat dit zonder problemen kan worden overgestoken.

Knuppelpaden bestaan uit tegen elkaar, dwars op het pad, gelegde dikke takken of (dunne) boomstronken (ook wel knuppels genaamd) of houten paaltjes. Het pad is het beste te vergelijken met een brug, zij het dat het geen of nauwelijks fundering heeft en op de grond ligt.

Lavasteen

Lavasteen is een poreus gesteente en heeft goed drainerende eigenschappen. Het houdt water goed vast en geeft het via ionenuitwisseling aan de plantenwortels weer af.

Norm

De wet van 3 april 2003 betreffende de normalisatie definieert een norm als volgt: een technische specificatie die door een erkende instelling met normatieve activiteiten met het oog op een herhaalde en voortdurende toepassing is goedgekeurd, waarvan de inachtneming niet verplicht is en die tot één van de categorieën van normen behoort bedoeld in artikel 1, 4°, van Richtlijn 98/34/EG van het Europees Parlement en de Raad, van 22 juni 1998 betreffende een informatieprocedure op het gebied van normen en technische voorschriften.

Polijsten

Na het zoeten kan met een polijstschijf of een polijstvilt (met polijstpoeder of -pasta) hoogglans worden aangebracht. De glansgraad wordt niet door schuren verhoogd: een polijstschijf is vaak zachter dan de steen. De polijstlaag is een uiterst dun, amorf laagje (“Beilby layer”) dat gevormd wordt door een lokale verhitting of een chemische reactie.

Primaire grondstoffen

Primaire grondstoffen zijn grondstoffen die direct in de natuur worden gewonnen met het doel ze in te zetten als bouwstof: grond, grind, kalksteen en van grond, grind en kalksteen afgeleide producten (bv. beton, heipalen, metselstenen, stoeptegels).

Rooilijn

De rooilijn is een virtuele lijn die in het bestemmingsplan is opgenomen en die aangeeft tot waar er constructies mogen gebouwd worden. Ze mag bij het bouwen dus niet overschreden worden.

Schuren of slijpen

Sporen van het zagen worden bij het schuren grotendeels verwijderd. Men begint met een grofkorrelige schuurschijf die telkens wordt ingewisseld door een fijnere. De fijnere schijf slijt telkens de krassen weg van de voorgaande "schuurronde". Vooral bij het grof schuren zijn deze krassen goed zichtbaar. Een fijn geschuurd oppervlak wordt ook wel aangeduid als een geslepen oppervlak.

Bij geslepen kalksteen zijn de korrelstructuur van het calciet (kalkspaat) en de fossielen nog zichtbaar.

Secundaire grondstoffen

Secundaire grondstoffen zijn stoffen die niet als dusdanig in de natuur worden gewonnen, maar die ontstaan als bijproduct van productieprocessen of bij de bewerking en verwerking van afvalstoffen. Voorbeelden zijn: asfaltgranulaat (al dan niet teerhoudend), AVI-bodemas, baggerspecie, betongranulaat, brekerzand, cementbeton, E-bodemas, E-vliegas, fosforslak, gasbeton, hoogovenslak (kenmengsel), staalslak, menggranulaat, mijnsteen, zeefzand, ...

Slijtlaag

Een slijtlaag, ook wel een oppervlakbehandeling of conserveringslaag genoemd, is een dunne laag gebroken steenslag (split) die met behulp van een kleeflaag van bitumen op een bestaande asfaltverharding gekleefd wordt. Het doel is om scheurtjes en oneffenheden te dichten en daarmee het asfalt te conserveren en te beschermen tegen de weersinvloeden en ultraviolette straling. Scheurtjes kunnen zich vullen met water en bij vorst zet dit water uit en drukt de steentjes waaruit het asfalt ontstaat uit elkaar waardoor het asfalt gaat "rafelen". De term slijtlaag heeft in feite niets met slijtage te maken.

Sondering

Het uitvoeren van een sondering, als begrip uit de grondmechanica, is het bepalen van het draagvermogen van de grond door een staaf met kegelvormige punt met een tophoek van 60°, de sondeerconus, in de grond te drukken en daarbij de mechanische weerstand van de grond te meten.

Split

Fijne steenslag wordt split genoemd (fracties van 0-7 mm).

Steenslag

Steenslag is een gebroken vorm van gesteente. Steenslag kan een primaire* of secundaire* grondstof zijn. Het heeft geen rond oppervlak (zoals bij rolgrind) om de onderlinge samenhang te vergroten.

Stralen

Het oppervlak wordt door mineralen (bv. olivijn) met een hoge snelheid "gebombardeerd". Door het stralen ontstaat een schuurpapierachtig uiterlijk.

Metalen deeltjes worden ontraden: er kunnen dan ijzerdeeltjes in het oppervlak van de steen blijven zitten die later gaan roesten en verkleuringen veroorzaken.

Tredvegetatie

Op plaatsen waar de bodem is gecompacteerd, vestigt zich een typische tredvegetatie. Dit zijn planten die aangepast zijn aan verstoorde en verdichte bodems met een ongunstige lucht- en waterhuishouding. Voorbeelden van typische soorten van tredvegetatie zijn Pitrus (*Juncus effusus*), Ijle zegge (*Carex remota*), Klein springzaad (*Impatiens parviflora*) en Waterpeper (*Polygonum hydropiper*). De aanpassingen van deze plantensoorten zijn o.a. een ondiep wortelstelsel dat actief blijft in relatief zuurstofarme milieucondities. Door de ontwikkeling van een tredvegetatie krijgt de weg of verharding een natuurlijker uitzicht.

Uitgewassen grind

Grind wordt op natuurlijke wijze gewonnen in een zand- leem- en/of kleimatrix. Door het wassen worden die fracties verwijderd en blijft er zuiver grind over.

Vlammen of branden

Een gasvlam wordt aangebracht onder een hoek van 45 graden en loopt automatisch over het oppervlak. De thermische schok maakt dat deeltjes van het bovenvlak wegspringen. Door daarna de steen snel af te koelen met water springen er grotere deeltjes weg. Zo ontstaat een natuurlijk breukoppervlak.

Het resultaat wordt ook wel éclaté genoemd (is letterlijk het Frans voor “afgesprongen”).

Vlonderpad

Een vlonderpad is een pad dat bestaat uit een constructie die boven het maaiveld ligt, die vaak aangelegd wordt om de recreatieve stromen in vochtige of kwetsbare gebieden te geleiden en de impact daar te verkleinen. Vlonderpaden bestaan uit op elkaar aansluitende (houten) planken, die op een constructie rusten die in de grond verankerd zit. Ze zijn enkel gericht op het gebruik door wandelaars.

Walsbeton

Walsbeton is beton met een “aardvochtige” consistentie die vervoerd wordt met kipwagens. Walsbeton moet krachtig verdicht worden (zware walsen) en geeft een onmiddellijke stabiliteit en berijdbaarheid (voor voertuigen tot 3,5 ton). Walsbeton wordt enerzijds toegepast als fundering voor wegen, fietspaden, voetpaden, zwaar belaste bedrijfsterreinen, ... Het product is te vergelijken met “gewoon” schraal beton maar bevat een hoger cementgehalte en heeft een relatief kleine korrelmaat. Anderzijds wordt walsbeton meer en meer toegepast als cementbetonverharding, voornamelijk bij landbouwwegen.

Wang van de weg

Het gedeelte tussen de kruin en de zijkant van de weg wordt de wang van het dwarsprofiel genoemd.

Zagen

De bewegingen van de zaag laten sporen achter op het steenoppervlak. Een raamzaag, waarbij het zaagblad horizontaal heen en weer beweegt, laat rillen achter. Terwijl een cirkelzaag slagen in het steenoppervlak achterlaat. Rillen en slagen zijn in het algemeen bij harde steensoorten zoals graniet beter zichtbaar dan bij zachtere steensoorten zoals kalksteen.

Zoeten

Zoeten levert een effen mat oppervlak zonder sporen van bewerking op. Zoeten is de laatste fase van het schuurproces met een zeer fijne schuurschijf. Afhankelijk van de schuurschijf zijn er verschillende gradaties in glans mogelijk. Een geringe glans wordt “licht gezoet” genoemd, een matglans “gezoet” en een bijna hoogglans “donker gezoet”.

Publicaties

Anoniem. 2008. Plattelandswegen mooi en veilig. CROW.

Anoniem. 2004. Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom. CROW.

Afdeling Bos en Groen. 2004. Vademecum Beheerplanning – Harmonisch Park- en Groenbeheer. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Agathe E. 1983 (revision 1996, 2001 & 2004). Footpaths, a practical handbook. BTCV.

Agentschap voor Natuur en Bos. 2006. Vademecum Integrale toegankelijkheid van parken. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Agentschap voor Natuur en Bos. 2008. Vademecum Bomen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Agentschap Wegen en Verkeer. 2006. Standaardbestek 250 versie 2.1 (errata 2008). Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Administratie Wegen en Verkeer - Afdeling Verkeerskunde. 2002. Vademecum fietsvoorzieningen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Administratie Wegen en Verkeer - Afdeling Verkeerskunde. 2003. Vademecum voetgangersvoorzieningen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

ARCADIS 2009. Toetsingskader voor het gewenste recreatieve medegebruik in bossen en natuurgebieden in functie van de ecologische draagkracht. Studie in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos.

Bell S. 1997. Design for outdoor recreation. E & FN Spon.

Dekeyser P. & Vandestede W. 2007. Kind & Ruimte, kindgerichte planning van publieke ruimte. Die Keure.

Franssen, G.E.B., van Deijck C.F.J., Braun L. 2008. Handboek ruiter- en menpaden, leidraad voor ontwerp en inrichting. Koninklijke Nederlandse Hippische Sportfederatie.

Grontmij, Afdeling Ruimtelijke Planning. 1991. Handboek inrichtingselementen voor bos, natuur en landschap: richtlijnen voor aanleg, beheer en constructie van technische voorzieningen in het landelijk gebied. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (NL).

Hermy M., Schauvliege M. en Tijskens G. 2005. Groenbeheer, een verhaal met toekomst. Velt i.s.m. Afdeling Bos & Groen.

Lauryssen G. 2006. Niet-chemische onkruidbestrijding. Thesis tot het behalen van de graad van bachelor. Katholieke Hogeschool Kempen.

Regionaal Landschap Dijleland vzw & Regionaal Landschap Noord-Hageland vzw. 2004. Holle wegen, handleiding wetgeving en beheer.

Trage wegen vzw. 2006. Wegwijzer trage wegen: praktische tips, voorbeelden en informatie.

Vanderstadt H. 2003. Gemeentelijk waterbeheer in het buitengebied: handleiding voor een trendbreuk. Ecobooks.

Websites

http://www.copro.eu

http://www.ecopedia.be

http://www.natuurzonderdrempels.nl/

http://www.nbn.be

http://www.tandemweb.be

http://www.watertoets.be

inverde
opleidingen bos-, groen- en natuurbeheer

De specialist in opleidingen bos-, groen- en natuurbeheer voor de professional.

Bekijk ons volledige cursusaanbod op www.inverde.be

Getuigenissen van cursisten:

Veilig werken met de kettingzaag

'Picobello cursus, zeer pedagogisch opgebouwd. De lesgever stelde iedereen op het gemak en was heel bedreven in het onderwerp.'

Bomen snoeien

'De lesgever was bijzonder vriendelijk, en beheerste zijn materie perfect. Hij gaf op een zeer duidelijke en begrijpelijke manier les en hield rekening met de behoeftes van de cursisten'

Graslandbeheer

'Inhoudelijk sterke cursus die helemaal tegemoet kwam aan mijn verwachtingen, en met een goed evenwicht tussen theorie en praktijk (excursies)'

Bomen en struiken herkennen

'Ideaal om theorie meteen te koppelen aan een excursie. Daardoor werd de theorie zeer concreet en duidelijk. Zeer goed gebracht!'